# ఖగోళశాస్త్ర చరిత్ర



డా. వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి



పీకాక్ బుక్స్ • హైదరాబాద్

ఖగోళశాస్త్ర చరిత్ర

***Khagola Sastra Charitra (History of Astronomy),*** in Telugu
penned by Dr V Sreenivasa Chakravarthy, published by
Peacock Books, Publication wing of People's Trust

**COVER: Suryachandra Reddy (Suri)**

Publication No: 15



Price: Rs. 100

First Published in 2016, January.
Hyderabad, India

copies printed: 2000

Printed at Himalaya Graphics, X Roads, Hyderabad.

For copies: Visalaandhra, Navachetana, Prajasakthi, Nava
Telangana and all the main book stalls, in both the Telugu states

Address for Communication

A. GANDHI, EDITOR, PEACOCK CLASSICS/BOOKS
G. 2, BLOCK NO. 6, PANCHAVATI, PRAGATHI NAGAR,
OPP. JNTU, NIJAMPET POST, HYDERABAD - 90

Ph: 040 2389 4648
email: agaandhi@gmail.com
Blog: www.peacockclassics.blogspot.in
website: peacockclassics.com

# 1. ఖగోళ శాస్త్రమెందుకు?

అంతేలేని ఆకాశాన్ని చూసి ఏదో సందర్భంలో విస్మయం చెందని మనిషి వుండడు. రోజువారీ జీవితంలో భూమ్మీద మనకు ఎన్నో వస్తువులు తారసపడతాయి. వాటితో తప్పనిసరిగా వ్యవహరించాల్సి ఉంటుంది. ఎందుకంటే వాటితో మన దైనిక జీవితం వెయ్యిరకాలుగా ముడిపడి ఉంటుంది. కాని భూమికి ఎంతో దూరంలో, అందనంత ఎత్తులో చీకటి ఆకాశంలో చిన్న చిన్న చుక్కల్లా మెరిసే ఆ విచిత్ర వస్తువులను చూసినప్పుడు వాటికి, ఈ భూమ్మీద మన జీవితానికి పెద్దగా సంబంధం ఉన్నట్లు కనిపించదు. అయినా కూడా ఆ ఆకాశ సంచారులను చూసినప్పుడు మనసులో కోటి ప్రశ్నలు మెదలక మానవు. అవసలు ఏమిటి? వాటి తత్వమేమిటి? అవి కూడా ఈ భూమిలాగా జలాలతో, జీవాలతో కూడుకుని ఉంటాయా? మన నుంచి అవి ఎంత దూరంలో ఉన్నాయి? వాటిలో ఏవి దగ్గర? ఏవి దూరం? వాటిలో అన్నిటికన్నా దూరంలో ఉన్నవి ఏవి? మరి అంతకన్నా దూరంగా ఏమీ ఉండదా? భూమి నుండి అలా దూరదూరంగా పోతుంటే ఒట్టి శూన్యం తప్ప ఏమీ ఉండదా? ఈ విశ్వానికి సరిహద్దులు ఎక్కడున్నాయి? ఏదో దశలో మేధో వికాసం జరిగిన ప్రతి మనిషిని ఈ రకమైన ఎన్నో ప్రశ్నలు కలవరపెడుతూ ఉంటాయి.

ఖగోళమూ అందులోని వస్తువులూ మనిషి మనసుని ఆకట్టుకోవడం, ఆశ్చర్యపర్చడం సహజమే. ఆ ఆకర్షణ పసితనంలోనే అంకురిస్తుందేమో. బువ్వ తినని మారాం చేసే పసి పిల్లలకు తల్లులు నిండుగా ప్రకాశించే చందమామను చూపించి ఒడుపుగా అన్నంపెడతారు. చందమామను చేతికి ఇస్తేగానీ బువ్వ తినని మారాం చేసిన రామచంద్రుడికి తల్లి కౌసల్యాదేవి అద్దంలో చందమామ ప్రతిబింబాన్ని చూపించి మచ్చిక చేసుకున్న కమనీయ గాథ మనం చిన్నప్పుడు విన్నదే. అలాగే 'చుక్కలు లెక్కపెట్టడం' అనే నానుడిలో ఆకాశంలో కనిపించే చుక్కలు లెక్కించరానివి అనే నమ్మకం, ఆ సంఖ్య పట్ల మన విస్మయం వ్యక్తమవుతోంది.

ఖగోళం పట్ల మనలో కలిగే ఆశ్చర్యం, ఆకర్షణ మొదలైన స్పందనలను పక్కన పెడితే స్థూల దృష్టితో చూసినప్పుడు అసలు ఖగోళంతో మనకు పనేముంది అనే ప్రశ్న న్యాయంగా అడగాల్సి వస్తుంది. బోలెడు శ్రమ, సమయం, సంపదలను వెచ్చించి ఖగోళాన్ని ప్రాచీన కాలం నుండీ నేటివరకూ మనుషులు ఎందుకు అధ్యయనం చేస్తున్నట్టు? భూమ్మీద జీవరాశులను అధ్యయనం చెయ్యడంలో ప్రయోజనముంది.

వాటి జీవికతో మన మనుగడ ముడిపడి ఉంది. సముద్రాలను అధ్యయనం చెయ్యడం సహేతుకం అనిపిస్తుంది. ఎందుకంటే సముద్రాల మీద మనం ప్రయాణించాలి. సముద్రపు లోతుల్లోని సంపదలను మనం వినియోగించుకోవాలి. అలాగే వాయు మండలాన్ని అధ్యయనం చెయ్యడంలో అర్థముంది. ఎందుకంటే వాయు మండలంలోని చలనాలే వాతావరణం కనుక. వాతావరణంలోని మార్పులకి మన జీవితాల మీద గాఢమైన ప్రభావం ఉంటుంది కనుక. కాని అల్లంత దూరంలో ఉండే ఖగోళంతో మనకేం పని? నేల నుండి వంద కిలోమీటర్ల ఎత్తులో వాయు మండలం చాలా పలచనైపోతుంది. ఇక అక్కడితో భూమి సరిహద్దులను చేరుకున్నట్లు లెక్క. ఆ రేఖ తాకితే అంతరిక్షపు చేలాంచలాలు తాకినట్టు. దాన్నే ఫాన్ కార్మన్ (Von Karman) రేఖ అంటారు. అంత దూరంలో ఉండే విషయాల గురించి మనం అంతగా శ్రద్ధ వహించాల్సిన అవసరమేముంది?

ఒక్క మాటలో సమాధానం చెప్పాలంటే అవసరం చాలా ఉంది. నేలకీ, నింగికీ మధ్య గాఢమైన బంధం ఉంది. దివిలో జరిగే మార్పులకు భువి మీద పలు రీతుల్లో ప్రభావం ఉంటుంది. ఆ సంబంధంలోని కొన్ని అంశాలు చూద్దాం.

భూమ్మీద ఎన్నో మార్పులు లయబద్ధంగా పదే పదే జరుగుతూ ఉంటాయి. అలాంటి కొన్ని లయల్లో ఖగోళం యొక్క ప్రమేయం ఎంతో ఉంది. అలాంటి లయల్లో ఒకటైన రాత్రి, పగళ్ల గురించి ముఖ్యంగా చెప్పుకోవాలి. మనిషి జీవితం రేయి, పగలు అనే లయ మీద నడుస్తూ ఉంటుంది. మరి రేయి, పగలు సూర్యుడి చలనాలను బట్టి జరుగుతూ ఉంటాయని చిన్న పిల్లలకు కూడా తెలుస్తుంది. తూర్పున ఉదయించిన సూర్యుడు మిట్టమధ్యాహ్న సమయంలో నడినెత్తికి చేరి మళ్లీ పశ్చిమాన అస్తమించేంత వరకూ భూతలం మీద తీక్షణమైన కాంతులు కురిపిస్తూ ఉంటాడు. అదే పగలు. అది జరగని సమయమే రాత్రి. కనుక ఖగోళంలో తక్కిన సభ్యులను పట్టించుకోకపోయినా భూమిని బట్టి సూర్యుడి చలనం వల్ల కలిగే రేబవళ్లను శ్రద్ధగా అధ్యయనం చెయ్యక తప్పదు. ఆ మేరకు సూర్యుడి చలనాన్ని శోధించక తప్పదు.

సూర్యుడి చలనం వల్ల రాత్రీ పగలేకాక భూమ్మీద జరిగే మరో చక్రిక (cyclic) పరిణామం కూడా ఉంది. ఆ పరిణామమే **సంవత్సరం**. ఒక సంవత్సరమంటే సుమారు 365 రోజులు. ఈ రేబవళ్ల కాలంలో తీవ్రమైన వేడి, వర్షం, చలి మొదలుకుని ఎంతో వైవిధ్యంతో కూడిన వాతావరణ పరిణామాలు కనిపిస్తాయి. ప్రతి సంవత్సరం అవే మార్పులు లయబద్ధంగా రావడం కనిపిస్తుంది. అవి కూడా భూమిని బట్టి

సూర్యుడి చలనం మీద ఆధారపడతాయి. కాని ఆ సంబంధాన్ని అర్థంచేసుకోవాలంటే సూర్యుడి చలనాన్ని మరింత సూక్ష్మంగా పరిశీలించాలి.

రోజులు, సంవత్సరాలు మాత్రమేకాక ఇంకా దీర్ఘమైన కొలమానాలతో కాలాన్ని కొలవడం అవసరం. మనిషి జీవితం కొన్ని దశాబ్దాలపాటు సాగుతుంది. దేశాల చరిత్రను శతాబ్దాల కొలమానంతో కొలుస్తారు. మొత్తం జాతులు, సమాజాలు, సంస్కృతుల్లో వచ్చే మార్పులను సహస్రాబ్దాలతో కొలుస్తారు. జీవరాశుల్లో వచ్చే మార్పులను మరింత దీర్ఘమైన కొలబద్దలతో, లక్షల, కోట్ల సంవత్సరాలతో కొలుస్తారు. కనుక మానవ జీవితాన్ని అర్థంచేసుకోవాలంటే, విశ్వ చరిత్రలో మానవ జీవితం యొక్క స్థానాన్ని అర్థంచేసుకోవాలంటే నిర్ధిష్టమైన కాలమానం కావాలి. నిమిషాలు, గంటలు కొలవాలంటే గోడ గడియారం సరిపోతుంది. కాని అంతంత బృహత్తరమైన కాల వ్యవధులను కొలవాలంటే ఖగోళంలో వచ్చే మార్పులపరంగానే కొలవడం సాధ్యం. ఆ విధంగా కాలమానం అనే అవసరం వల్ల ఖగోళం యొక్క అధ్యయనం మానవ వ్యవహారాల్లో తప్పనిసరవుతుంది.

ఖగోళ పరిశోధన అవసరమయ్యేలా చేసే ముఖ్య కారణాల్లో ఒకటి 'కాలం' అయితే మరొకటి 'స్థలం'. నానాటికీ పెరుగుతున్న జనాభా వల్ల స్థలం ఎద్దడి స్పష్టంగా తెలుస్తున్న రోజులివి. భారతదేశంలాంటి విశాలమైన భూభాగం గల దేశాల్లోనే దారులు ఇరుకవుతూ, ఎకరాలు కరవవుతూ, రియల్ ఎస్టేట్ బూమ్‌కి దారితీస్తున్న రోజులివి. ఇక జనాభా ఎక్కువై భూభాగం పరిమితంగా ఉన్న జపాన్‌లాంటి దేశాల్లో స్థలం కొరత తీవ్రంగా కనిపిస్తుంది. అలాంటి పరిస్థితుల్లో కొన్నిసార్లు కృత్రిమమైన దీవులు నిర్మించడం జరుగుతోంది. అలాంటి దీవినొకదాన్ని జపాన్‌లోని టొకెనామె నగరంలో నిర్మించి దాని మీద ఒక అంతర్జాతీయ విమానాశ్రయం స్థాపించారు. అలాగే నెదర్లాండ్స్, చైనా, మెక్సికో ఇలా ఎన్నో దేశాల్లో స్థలం పరిమితులను ఎదుర్కోవడానికి కృత్రిమ దీవులను తయారుచేశారు.

అయితే ఇలా కృత్రిమంగా భూమ్మీద నేలను సృష్టించే పద్ధతిలో ఎంతో దూరం పోలేం. ఏదో ఒకనాడు ఈ నేలను వీడి ఇతర నేలల మీద మానవ ఆవాసాలను సృష్టించే అవకాశాన్ని ఎదుర్కోక తప్పదు. ఏదో ఒకనాడు ఈ భూగోళాన్ని వదలి ఖగోళపు ముఖద్వారాల్లోకి అడుగుపెట్టక తప్పదు. మనిషి చందమామ మీద మోపిన పాదం అలాంటి అడుగుల్లో మొదటిది. భూమ్మీదకాక ఇతర లోకాల మీద మనిషి మనుగడ సాగించాలంటే అక్కడ మానవ జీవనానికి యోగ్యమైన పరిస్థితులు

ఉండాలి. లేనిపక్షంలో అలాంటి పరిస్థితులను కల్పించే వీలుండాలి. ఆ దృష్టితో చూసినప్పుడు భూమికి పొరుగు గ్రహమైన మార్స్ వెంటనే మనసులో మెదులుతుంది. మార్స్ మీద అడుగుపెట్టే ముందు అక్కడి పరిస్థితులను గురించి క్షుణ్ణంగా తెలుసుకోవాలి. మనిషిని పంపే ముందు రోబోలను పంపి అక్కడి నేలను, నింగిని క్షుణ్ణంగా తనిఖీ చేశాకనే మానవ ఆవాసం ప్రసక్తి వస్తుంది. ఇస్రో పంపిన మంగళ్యాన్ మిషన్‌తో మన దేశం ఆ దిశలో తొలి అడుగువేసింది.

సుదీర్ఘమైన మానవ చరిత్రలో మనిషి భూమి మీద ఎక్కడో పుట్టి అక్కడి నుండి నలుదిశలకూ వ్యాపించి ఎంతో వైవిధ్యంతో కూడుకున్న సంస్కృతులను సృష్టించాడు. అదేవిధంగా ఈ భూ గ్రహం మీద పుట్టిన మానవ జాతి భూమి నుండి ఇతర గ్రహాలకేకాక ఇతర తారామండలాల వరకూ కూడా ప్రయాణించి అక్కడ గ్రహాల మీద ఏదో ఒకనాడు జీవించే అవకాశం వస్తుందని అనుకోవడం అసమంజసంకాదు.



**గ్రహాలపై మానవ ఆవాసాలు (ఊహా చిత్రం)**

ఇన్ని కారణాల వల్ల ఖగోళ శాస్త్ర అధ్యయనం మానవ అధ్యయనాల్లోకెల్లా ఓ ముఖ్యమైన అంశంగా పరిగణించబడుతోంది.

ఒక వైజ్ఞానిక విభాగం గురించి తెలుసుకోవాలంటే దాన్ని ప్రస్తుత స్థితిలో తెలుసుకోవడం కన్నా దాని ఆరంభ స్థితి నుండి ప్రస్తుత స్థితికి ఎలా వచ్చిందో ఆ పరిణామ క్రమాన్ని తెలుసుకోవడం మేలు. అలాంటి పరిణామ క్రమాన్ని అర్థంచేసుకున్నప్పుడు ఆ శాస్త్ర విభాగంలోని ముఖ్య భావనలు ఇంకా బాగా అర్థమవుతాయి. తొలి దశల్లో ప్రతి వైజ్ఞానిక విభాగంలోనూ ఎన్నో తప్పుడు భావాలుంటాయి. క్రమంగా వాస్తవ ఆధారాలు పోగవుతున్నకొద్దీ ఆ తప్పుడు భావాలు

తొలగి వాటి స్థానంలో సరైన భావాలు చోటుచేసుకుంటాయి.

ఖగోళ శాస్త్ర చరిత్రనే తీసుకుంటే దానికి కొన్ని వేల ఏళ్ల చరిత్ర ఉంది. తొలి దశల్లో భూమి చుట్టూ విశ్వమంతా తిరుగుతోందని అనుకునేవారు. విశ్వానికి భూమి కేంద్రం అనుకునేవారు. అది తప్పని, వట్టి అపోహ అని నేడు మనకు తెలుసు. ఆ అపోహ కొన్ని వేల ఏళ్లు నిలిచింది. ఖగోళ శాస్త్ర చరిత్రలో ఇలాంటివే ఎన్నో అపోహలు మనకు తారసపడతాయి. ఒక్కొక్క తప్పుడు భావన తొలగడానికి కొన్ని శతాబ్దాల భావ పోరాటం అవసరమైందనే విషయాన్ని మనం ముందు ముందు చూస్తాం.

అందుచేత మన ఖగోళ శాస్త్ర కథను ప్రాచీన ఖగోళ విజ్ఞానంతో మొదలుపెడదాం. మనకు తెలిసినంతవరకూ ఖగోళ శాస్త్రానికి కనీసం ఐదు వేల ఏళ్ల చరిత్ర ఉంది. భూమ్మీద ఎన్నో ప్రాంతాల్లో, ఎన్నో సంస్కృతుల్లో స్వతంత్రంగా ఆ విజ్ఞానం పెంపొందించబడింది. ఆ సంగతులన్నీ రెండో అధ్యాయంలో చెప్పుకుందాం. ఖగోళ శాస్త్రానికి అలా ఎన్నో సంస్కృతుల్లో మూలాలున్నా వాటిలో చాలామటుకు ఒక దశలో అంతరించిపోయాయి. ఆపై ఎదుగూ బొదుగూ లేకుండా స్తబ్దుగా ఉండిపోయాయి. కాని సుమారు ఐదొందల ఏళ్ల క్రితం యూరప్‌లో ఖగోళ శాస్త్రంలో తిరిగిన ఓ ముఖ్యమైన మలుపు ఆధునిక ఖగోళ విజ్ఞానానికి శ్రీకారంచుట్టింది. అక్కడి నుండి ఖగోళ విజ్ఞానం ఇంతింతై అన్నట్టుగా అతి వేగంగా పురోగమించింది.

భూమి చుట్టూ సూర్య చంద్రాది ఖగోళ వస్తువులు తిరుగుతున్నాయన్న ప్రాచీన అపోహని తిరస్కరిస్తూ పోలెండ్‌కి చెందిన నికొలాస్ కొపర్నికస్ అనే శాస్త్రవేత్త భూమి, తదితర గ్రహాలు సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతున్నాయని ప్రతిపాదించాడు. అలాంటి ప్రతిపాదన వల్ల ఎన్నో ఖగోళ సమస్యల చిక్కుముళ్లు ఎంత సులువుగా విడిపోతాయో చూపించాడు. కొన్ని సహస్రాబ్దాల వారసత్వంగా వచ్చిన ఖగోళ పరిశీలనల ఆధారంగా యోహానెస్ కెప్లర్ అనే జర్మన్ ఖగోళవేత్త కొన్ని మూల సూత్రాలను సూత్రీకరించాడు. ఆ సూత్రాలకు బలమైన గణితపు పునాదిని అందించి ఇంగ్లండ్‌కు చెందిన ఐసాక్ న్యూటన్ ఆధునిక భౌతిక శాస్త్రానికి ఓ చక్కని సైద్ధాంతిక ఆకారాన్ని ఇచ్చాడు. ఆ సైద్ధాంతిక పంజరంలో అసంఖ్యాకమైన ఖగోళ పరిశీలనలు ఇంపుగా ఇమిడిపోయాయి. వైజ్ఞానిక సిద్ధాంతమంటే ఇలా ఉండాలి అన్నట్టుగా న్యూటన్ వైజ్ఞానిక లోకానికి దారి చూపించాడు. ఆ విధంగా న్యూటన్ సాధించిన వైజ్ఞానిక విప్లవంతో ఈ పుస్తకంలోని కథనం సమాప్తమవుతుంది.

# 2. ప్రాచీన లోకంలో ఖగోళ శాస్త్రం

ఎన్నో ప్రాచీన సంస్కృతుల్లో ఖచ్చితమైన ఖగోళ విజ్ఞానం ఉండేదనడానికి దాఖలాలు ఉన్నాయి. ప్రాచీన భారతంలో, ప్రాచీన ఈజిప్ట్‌లో, మధ్య అమెరికాలోని ప్రాచీన మాయన్ సంస్కృతిలో, సుమేరియా, అరేబియా, చైనా మొదలైన ప్రాంతాలన్నింటిలోనూ ఎంతో ఖగోళ విజ్ఞానం సహస్రాబ్దాల క్రితమే వాడుకలో వుండేది. (అయితే మన దేశంలో ప్రాచీన ఖగోళ విజ్ఞానం ఉండేదన్న భావనను 'వేదాల్లోనే అన్నీ ఉన్నాయిష' అనే జడమైన ఆత్మ సమర్థింపు కోసం తప్పుగా వాడుకోవడం తరచూ జరుగుతోంది. అలాంటి భావన వర్తమానంలో అభ్యుదయానికి అడ్డుపడుతూ ఉంటుంది.)

ప్రాచీన లోకంలో ఎంతో ఖగోళ విజ్ఞానం ఉన్నప్పుడు మరి కేవలం కొన్ని శతాబ్దాల క్రితం యూరప్‌లో కొపర్నికస్ తదితరులు కొత్తగా పునాదులు వేసిన ఖగోళ విజ్ఞానం ఏమిటి? ప్రాచీనులకు తెలిసింది, ఇటీవల కాలంలో మళ్లీ కొత్తగా పుట్టింది ఒకటేనా? అంటే సుదీర్ఘమైన మానవ చరిత్రలో ఒక విషయాన్ని మళ్లీ మళ్లీ కనుక్కుంటూ మళ్లీ మళ్లీ మర్చిపోతూ వస్తున్నామా? ఇదే నిజమైతే వైజ్ఞానిక చరిత్రకు ఒక దిశ, గమ్యం లేనట్టు కనిపిస్తుంది. ఓ అపరిచిత భూమికలో గుడ్డివాడి నడకలా అస్తవ్యస్థంగా కనిపిస్తుంది. తన తోకను తాను కొరుక్కుంటున్న కుక్కలా గిరికీలు కొడుతున్నట్టు కనిపిస్తుంది.

ప్రాచీన ఖగోళ విజ్ఞానం అన్నప్పుడు దానికి, ఆధునిక ఖగోళ విజ్ఞానానికి మధ్య చాలా మౌలికమైన భేదం ఉందని గుర్తుంచుకోవాలి. ఆ తేడా కేవలం వివరాల్లో మాత్రమే లేదు. ఉదాహరణకు ప్రాచీనులకు కంటికి కనిపించే ఐదు గ్రహాలు మాత్రమే తెలుసు. ఆధునికులకు కంటికి కనిపించని మరి రెండు గ్రహాలు (యురేనస్, నెప్ట్యూన్ గ్రహాలు ప్లూటోని మినహాయిస్తే), కోకొల్లలుగా లఘు గ్రహాలు (Minor Planets) తెలుసు. ప్రాచీనులకు పట్టుమని వెయ్యి తారలకు మించి తెలియవు. ఆధునిక యుగంలో మనం నాలుగు వందల కోట్ల తారలను గుర్తించగలిగే స్థితిలో ఉన్నాం. ఇలాంటి సంఖ్యాత్మక భేదాలు మాత్రమేగాక మూలంలో, తాత్వికంగా విశ్వం పట్ల ఆధునిక అవగాహనకు, ప్రాచీనుల అవగాహనకు మధ్య చాలా లోతైన తేడా ఉంది.

పందొమ్మిదవ శతాబ్దపు చివరి దశలో ప్రాచీన ఖగోళ వైజ్ఞానిక వ్యవస్థలను ముఖ్యంగా ఈజిప్ట్, యూరప్ ప్రాంతాల్లో చలామణి అయిన ప్రాచీన ఖగోళ శాస్త్రాలను

క్షుణ్ణంగా చదివిన సర్ నార్మన్ లోక్యర్ అనే బ్రిటిష్ ఖగోళవేత్త ఖగోళ శాస్త్ర చరిత్రలో ప్రాచీన ఖగోళ శాస్త్ర పరిణామ క్రమాన్ని మూడు దశలుగా విభజిస్తాడు. Dawn of Astronomy అనే పుస్తకంలో ఈ దశలను వివరంగా వర్ణిస్తాడు. వీటిలో మొదటిది, ఆరాధనా దశ. ఇందులో ఖగోళాన్ని ఏదో మానవాతీతమైన దివ్యధామంగా పరిగణించడం జరుగుతుంది. ఆకాశమంతటా దేవతలు కొలువై ఉన్నట్టు భావించడం జరుగుతుంది. ఖగోళంలో జరిగే సంచలనాత్మక సంఘటనలు దేవతల హెచ్చరికలు గానూ, దండనగానూ అన్వయించుకోవడం జరుగుతుంది. ఖగోళంలో కనిపించే వస్తువులకు దేవతల పేర్లుపెట్టి వాటిని ఆరాధించడం జరుగుతుంది.

రెండో దశలో ఖగోళ విజ్ఞానాన్ని సామాన్య జీవన ప్రయోజనాల కోసం వాడుకోవడం జరుగుతుంది. వ్యవసాయం, నౌకాయానం మొదలైన రంగాల్లో ఖగోళ విజ్ఞానాన్ని వినియోగించుకోవడం జరుగుతుంది. విత్తులు ఎప్పుడు చల్లాలి, నాట్లు ఎప్పుడు వేయాలి మొదలైనవి తారా స్థానాలనుబట్టి నిర్ణయించడం జరుగుతుంది. అలాగే తారా స్థానాలనుబట్టి ఏ గుర్తులూలేని ప్రదేశాల్లో, ఎడారుల్లో, సముద్రాల్లో, చీకట్లో దారి తెలుసుకోవడం జరుగుతుంది. (తారా స్థానాలనుబట్టి మనుషులేకాక వలసపోయే పక్షులు కూడా కొన్ని వందల, వేల మైళ్ల దూరాలు దారి తప్పిపోకుండా వలస పోగలుగుతున్నాయని తెలిపే ప్రయోగాలు ఎన్నో జరిగాయి) ఇక ఖగోళ విజ్ఞానం యొక్క మరో ముఖ్యమైన లౌకిక ప్రయోజనం కాలమానం. సూర్య, చంద్రుల, గ్రహాల, తారల చలనాలనుబట్టి క్షణాలు, ఘడియలు, దినాలు, వారాలు, పక్షాలు, ఏళ్లు, శతాబ్దాలు ఇలా విభజిస్తూ కాలాన్ని కొలిచే సాంప్రదాయం ఎన్నో ప్రాచీన సంస్కృతుల్లో కనిపిస్తుంది.

ప్రాచీన లోకంలో ఖగోళ విజ్ఞానం యొక్క సామాన్య లౌకిక ప్రయోజనాల గురించి చెప్పుకున్నప్పుడు ఆ ప్రయోజనాల్లో మరో విచిత్రమైన ప్రయోజనం కూడా కనిపిస్తుంది. ఇంచుమించుగా ప్రాచీన సంస్కృతులన్నింటిలోనూ ఖగోళ వస్తువులకు మానవ జీవితం మీద ప్రభావం ఉందన్న విచిత్రమైన విశ్వాసం కనిపిస్తుంది. ఆధునిక దృష్టిలో ఇది పూర్తిగా అశాస్త్రీయమైన భావన అని గుర్తుంచుకోవాలి. ఆ భావన నుండి పుట్టిందే జ్యోతిష్యం (Astrology). ఇంచుమించు ప్రపంచమంతటా ఎన్నో రూపాల్లో ఏదోఒక రకమైన జ్యోతిష్యం వాడుకలో ఉంది. సహస్రాబ్దాల చరిత్ర గల ఖగోళ శాస్త్ర పరిణామంలో కొన్ని శతాబ్దాల క్రితం వరకూ కూడా జ్యోతిష్యానికి, ఖగోళ శాస్త్రానికీ తేడా లేదన్నట్లుగా మనుషులు వ్యవహరించేవారు. కాని ఆధునిక యుగంలో

ఆ సమస్యలేదు. జ్యోతిష్యం ఏ శాస్త్రీయ ఆధారమూలేని ఓ ఆచారం. ఓ కుహనా విజ్ఞానం (Pseudoscience). ఖగోళశాస్త్రం (Astronomy) ప్రయోగమనే గీటురాయి మీద పదే పదే పరీక్షించబడి పరిపూర్ణం గావింపబడే ఓ వైజ్ఞానిక విభాగం. (మన సమాజంలో సామాన్యుల మనసుల్లో ఈ తేడా అంత స్పష్టంగా ఉన్నట్లు కనిపించదు. ఖగోళశాస్త్ర విషయాలను, జ్యోతిష్యానికి చెందిన విషయాలను కలగాపులగంగా కలిపి మీడియాలో వ్యక్తులు మాట్లాడడం తరచూ కనిపిస్తుంది. శాస్త్రీయ దృష్టితో చూస్తే ఇవి అవాంఛనీయమైన ఒరవడులు).

మూడో దశలో లౌకిక ప్రయోజనాలతో సంబంధంలేకుండా, దేవతల, దెయ్యాల ప్రసక్తిలేకుండా కేవలం జ్ఞానం పట్ల ఆసక్తితో, తెలుసుకోవాలన్న కుతూహలంతో ఖగోళ శోధనలోకి ప్రవేశించడం జరుగుతుంది. ప్రాచీన సంస్కృతుల్లో ఖగోళ విజ్ఞానం ఈ మూడో దశ ఆరంభంలో ఆగిపోయినట్టు కనిపిస్తుంది.

## ప్రాచీన భారతంలో ఖగోళ విజ్ఞానం

ప్రాచీన భారతం అనగానే ఎంత ప్రాచీనం? అన్న ప్రశ్న వస్తుంది. భారతీయ సాహిత్యంలో అత్యంత ప్రాచీనమైనవి వేదాలు అన్న విషయంతో పండితులు ఏకీభవిస్తున్నా ఆ వేదాలు ఏనాటివి అన్న విషయంలో వివాదం ఉంది. వేదాలు క్రీ.పూ. 1000 నాటివని కొందరు అంటే కనీసం క్రీ.పూ. 3,500 అయ్యుండాలి అని మరికొందరు వాదిస్తున్నారు. 'వేదాంగ జ్యోతిష్యం'లో ఎంతో ఖగోళ విజ్ఞానం పేర్కొనబడింది. ఎన్నో ఖగోళ ఘటనలు నమోదు చెయ్యబడ్డాయి.

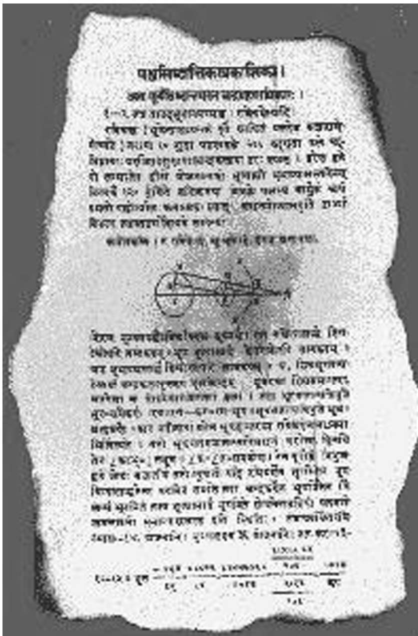
క్రీ.పూ. 3000 కాలంలో జీవించిన యాజ్ఞవల్క్యుడు 'శతపథ బ్రాహ్మణం' అనే ఖగోళ శాస్త్ర గ్రంథాన్ని రచించాడు. అందులో భూమి సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతోందనే భావననే బోధించాడు. ప్రాచీన గ్రీకుల్లో అరిస్టార్కస్‌వంటివారు అప్పటికి చాలాకాలం తర్వాత (క్రీ.పూ. 270) సూర్య సిద్ధాంతాన్ని బోధించినా ఆ సిద్ధాంతం మరో ఒకటిన్నర సహస్రాబ్దాల కాలంపాటు మరుగునపడి మళ్లీ రమారమి క్రీ.శ. 1500 కాలంలో కోపర్నికస్ వంటివారి పరిశోధనల ద్వారా మళ్లీ ఊపిరిపోసుకుంది. భూమి గోళాకారంలో ఉందన్న భావన కూడా శతపథ బ్రాహ్మణంలో కనిపిస్తుంది. సూర్యుడు 'ఈ గోళాలన్నిటికీ కేంద్రం' అని కూడా ఆ పుస్తకం వ్యాఖ్యానిస్తుంది. శతపథ బ్రాహ్మణంలోని ఒక శ్లోకంలో (8.7.3.10) ఇలాంటి వర్ణన కనిపిస్తుంది. 'ఒక దారం చివర కట్టినట్టు సూర్యుడు భూమిని, గ్రహాలను, వాయు మండలాన్ని తన

చుట్టూ తిప్పుకుంటాడు’. ఈ వర్ణనలో సూర్యుడు అనే కేంద్రం చుట్టూ గ్రహాలన్నీ తిరుగుతున్నాయన్న భావన స్పష్టంగా కనిపిస్తోంది. శతపథ బ్రాహ్మణంలో సూర్యుడి మీద ఆధారపడ్డ ఓ క్యాలెండర్ కూడా కనిపిస్తుంది.

అలాగే మరో వైదిక గ్రంథమైన ఐతరేయ బ్రాహ్మణంలో సూర్యుడు కదులుతున్నట్లు కనిపిస్తాడు కానీ నిజానికి కదలడు అన్న భావన ఎదురవుతుంది. ‘నిజానికి సూర్యుడికి ఉదయం, అస్తమయం ఉండవు. అలా అనుకునేవారు పొరబడుతున్నారని అర్థం’

వేద సంహితల ప్రకారం ఏడాదిని 360 రోజులుగానూ, 12 నెలలుగానూ విభజించడం జరిగింది. అంటే నెలను 30 రోజులుగా విభజించడం జరిగింది. రెండు పున్నముల మధ్య కాలాన్ని లేక రెండు అమావాస్యల మధ్య కాలాన్ని ఒక నెలగా విభజించడం జరిగింది. అయితే ఆ కాలాన్ని ఖచ్చితంగా చూస్తే 30 రోజులు కావని 29.5 రోజులని కూడా కొన్ని చోట్ల పేర్కొనడం జరిగింది.

గ్రహణాల ప్రస్తావన రుగ్వేదంలో ఎన్నో చోట్ల వస్తుంది. ఆ వర్ణన ఎన్నో చోట్ల కథల రూపంలో ఉంటుంది. రుగ్వేదంలో స్వరభానుడి కథ (రుగ్వేదం 1.164.48) అలాంటిదే. ‘అప్పుడు రాక్షసుడైన స్వరభానుడు కొట్టిన దెబ్బకు సూర్యుడు చుట్టూ చీకటి కమ్మింది. సూర్యుడు కనిపించక విలవిలలాడిన వేలుపులు అత్రి మహర్షిని ఆశ్రయించారు. అప్పుడు అత్రి ఆ చీకటిని (క్రమంగా ఇలా) పారదోలాడు. మొదటిసారి పారదోలబడ్డ చీకటి నల్లని గొర్రెగా మారింది. రెండోసారి పారదోలబడ్డ చీకటి వెండి గొర్రెగా మారింది. మూడోసారి పారదోలబడినది ఎర్రని గొర్రెగా మారింది. చివరిగా పూర్తిగా పారదోలబడ్డ చీకటి తెల్ల గొర్రెగా మారింది.’



**ఆర్యభటీయంలో గ్రహణాల లెక్కలున్న ఒక పుట**

పై వర్ణనలో గ్రహణం పట్టిన

సూర్యుడి కాంతిలో క్రమంగా వచ్చే మార్పులు కనిపిస్తున్నాయి. వేద కాలానికి చెందిన ఖగోళ విజ్ఞానం యజ్ఞ యాగాదుల నిర్వహణతోనూ, ఆధ్యాత్మిక లక్ష్యాలతోనూ లోతుగా ముడిపడి ఉన్నట్టు కనిపిస్తుంది. కాని క్రీ.శ. ఒకటో శతాబ్దం నుండి భారతీయ ఖగోళ విజ్ఞానం ఓ కొత్త మలుపు తిరిగినట్టు కనిపిస్తుంది. దీన్నే 'సిద్ధాంత యుగం' అంటారు. అంటే ఖగోళ శాస్త్రంలో గణితాన్ని విస్తృతంగా ప్రయోగించి ఖగోళ సత్యాలను గణిత సిద్ధాంతాల రూపంలో వ్యక్తంచేసే సాంప్రదాయం మొదలైంది. (ఇంచుమించు అదే కాలంలో యూరప్‌లో కూడా అలాంటి పరిణామాలు చోటుచేసుకోవడం గమనార్హం. ఈ విషయాల గురించి ముందు ముందు విపులంగా చెప్పుకుందాం)

సిద్ధాంత యుగంలోని ప్రముఖ భారతీయ ఖగోళవేత్త ఆర్యభట్టు క్రీ.శ. ఐదో శతాబ్దానికి (క్రీ.శ. 476-550) చెందినవాడు. అతను ఖగోళ శాస్త్రానికి గణిత పునాదులు వెయ్యడంలో ఎంతో కృషి చేశాడు. శతాబ్దాలుగా భారతీయ సాంప్రదాయంలో వస్తున్న సూర్య సిద్ధాంతానికి ఆయన మెరుగులు దిద్దాడు. భూమి తన అక్షంపై తాను తిరుగుతోందన్నాడు. గ్రహాల కక్ష్యలను, గ్రహణాలను ఖచ్చితంగా నిర్ణయించే లెక్కలను కూర్చాడు. ఖగోళ శాస్త్రంలోనేకాక గణితంలో ముఖ్యంగా జ్యామితి (Geometry)లో, త్రికోణమితి (Trigonometry)లో అతను ఎన్నో చక్కని ఫలితాలు అందించాడు. ఈ సంగతులన్నీ అతను 'ఆర్యభటీయం' అనే కృతిలో పొందుపర్చాడు. 13వ శతాబ్దంలో ఈ కృతి లాటిన్‌లోకి అనువదించబడింది.

ఆర్యభట్టుకి సమకాలీనుడైన వరాహమిహిరుడు (క్రీ.శ. 476) ఖగోళ శాస్త్రంలో గురుత్వాన్ని పోలిన భావనను ప్రవేశపెట్టాడు. గ్రహాలు మొదలైన ఖగోళ వస్తువులు అంతరిక్షంలో కొన్ని నియత గతుల్లో తిరుగుతున్నాయంటే అందుకు ఏదో బలమైన కారణముంటుందని అతను ప్రతిపాదించాడు. ఖగోళ వస్తువుల మధ్య ఏదో ఆకర్షక బలం ఉండి ఉంటుందని అతను భావించాడు.

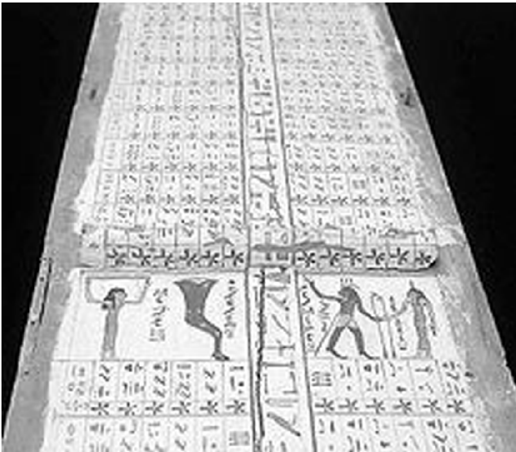
ఏడో శతాబ్దానికి చెందిన బ్రహ్మ గుప్తుడు అనే ఖగోళవేత్త భూమి చుట్టుకొలత 36 వేల కిలోమీటర్లు అని అంచనా వేశాడు. ఇది ఆధునిక అంచనాకు చాలా దగ్గరగా ఉంది. సిద్ధాంత యుగం తర్వాత అంటే ఏడో శతాబ్ద కాలంలో మన సంస్కృత గ్రంథాలను అరబిక్‌లోకి అనువదించే ఒరవడి మొదలైంది. భారతీయ గణిత ఖగోళ విజ్ఞానానికి మరింత మెరుగైన, ప్రయోగాత్మక, పరిశీలనాత్మక పద్ధతులను జోడించి ఆ విజ్ఞానాన్ని అరబ్బులు గొప్పగా పోషించారు.

# ప్రాచీన ఈజిప్ట్‌లో ఖగోళశాస్త్రం

ప్రాచీన ఈజిప్ట్‌కి చెందిన ఖగోళ విజ్ఞానం యొక్క వేళ్లు పూర్వ చారిత్రక యుగానికి (Pre-Historic age) చెందినవని పురావస్తు పరిశోధకులు అంటారు. ఈజిప్ట్‌లో నబ్టా ప్లాయా (Nabta Playa) అనే ప్రాంతంలో జరిపిన తవ్వకాల్లో ప్రత్యేకమైన వలయాకారంలో ఏర్పర్చబడ్డ రాళ్ల వరసలు దొరికాయి. ఈ రకమైన రాతి విన్యాసాల సహాయంతో సమయాన్ని నిర్ణయించే ఆచారం ఎన్నో ప్రాచీన సంస్కృతుల్లో ఉండడం కనిపిస్తుంది. కింద వివరించబడిన బ్రిటన్‌కి చెందిన స్టోన్ హెంజ్ (Stone-henge) కూడా ఆ కోవకు చెందినదే. ఇలాంటి రాతి వలయాలు మన దేశంలో కూడా దొరికాయి.

ఈజిప్షియన్ల కాలమానం ప్రకారం ఏడాదిలో 365 రోజులు ఉంటాయి. అంటే ఆ క్యాలెండర్‌లో ఏటేటా పావు రోజు తగ్గిపోతూ ఉంటుందన్నమాట. కాని ఆ దోషాన్ని వాళ్లు సవరించడానికి ప్రయత్నించినట్టు కనిపించలేదు. కాని వాళ్లు సిరియస్ తార ఆధారంగా మరో క్యాలెండర్ కూడా రూపొందించారు. ఆ క్యాలెండర్‌లో మాత్రం ఏడాదికి 365 1/4 రోజులు ఉన్నాయి.

ప్రాచీన భారతదేశంలో గంగ, సరస్వతి నదులలాగా ఈజిప్షియన్ జీవితంలో నైలు నదికి చాలా ముఖ్యమైన స్థానముండేది. ఆ ప్రాంతంలో వ్యవసాయం నైలు నదీ జలాల మీద ఆధారపడి ఉండేది. అయితే నైలు నది ఏటేటా ఉత్తరాయణం నడిమధ్యలో పొంగేది. నైలు నదిలో వరదలు ఎప్పుడొస్తాయో ముందే నిర్ణయించగలిగితే ప్రాణాలను, పంటను రక్షించడానికి వీలవుతుంది. ఖగోళశాస్త్రం సాయంతో అది సాధ్యమయ్యేది. ఆ రోజుల్లో ఖగోళ విజ్ఞానాన్ని అధ్యయనం చేసే పురోహితులు వరదల



ఈజిప్షియన్ల కాలండర్

రాకను ముందే నిర్ణయించగలిగేవారు. కనుక వారికి ఆ రోజుల్లో గొప్ప ప్రాభవం, పరపతి ఉండేది. ఈజిప్ట్‌లోని పిరమిడ్ల నిర్మాణ విశేషాలను క్షుణ్ణంగా పరిశీలించిన నిపుణులు అందులో ఎంతో ఖగోళ విజ్ఞానం ఇమిడి ఉందని గమనించారు. ఉదాహరణకు పిరమిడ్లలో ముఖ్యమైన గ్రేట్ పిరమిడ్ (The Great Pyramid) అంచులు ఖచ్చితంగా ఉత్తర–దక్షిణ అక్షానికి, తూర్పు–పడమర అక్షానికి సమాంతరంగా వున్నాయి. ఉత్తర–దక్షిణ దిశలో ఉన్న గోడ యొక్క దిశకు, అసలైన ఉత్తర–దక్షిణ అక్షానికి మధ్య దోషం కేవలం ఒక డిగ్రీలో ఇరవయ్యో వంతు ఉందని కొలతల్లో తేలింది. అంటే భూమి ఉత్తర–దక్షిణ అక్షం గురించి పిరమిడ్ల నిర్మాతలకు అంత ఖచ్చితంగా తెలుసునన్నమాట. దీన్ని ప్రమాణంగా తీసుకోవాలంటే ఆధునిక యుగంలో నిర్మించబడ్డ గ్రీనిచ్ నక్షత్రశాలలో ఉత్తర–దక్షిణ గోడకు, అసలైన ఉత్తర–దక్షిణ అక్షానికి మధ్య డిగ్రీలో మూడోవంతు భేదముంది.

పిరమిడ్ల నిర్మాణంలో మరికొన్ని ఖగోళ విశేషాలున్నాయి. గ్రేట్ పిరమిడ్‌లో రాజ మందిరం, రాణి మందిరం అని రెండు గదులున్నాయి. ఈ గదుల్లో రాజు, రాణుల మృతదేహాలను మమ్మీకరించి భద్రపర్చారు. ఆ మందిరాల నుండి గోడల దిశగా విస్తరించిన దూలాలున్నాయి. రాజమందిరం నుండి రెండు దూలాలు, రాణి మందిరం నుండి రెండు దూలాలు ఉన్నాయి. ఈ దూలాల్లో ప్రతిదీ ఒక ప్రత్యేక నక్షత్రాన్ని సూచిస్తున్నట్టుగా అమర్చబడ్డాయి. రాజమందిరం నుండి ఉత్తర దిశగా విస్తరించిన దూలం 'తుబన్ అనే తారను సూచిస్తోంది. దీని ఆధునిక నామం అల్ఫా డ్రాకోనిస్ (Alpha Draconis). ఈజిప్ట్‌ని పాలించిన ఫారోల దృష్టిలో ఈ తార 'గర్భధారణకు –పిండోత్పత్తి'కి చిహ్నం. దక్షిణ దిశగా తిరిగి ఉన్న దూలం 'ఆల్ నిటక్' (దీని ఆధునిక నామం జీటా ఓరియోనిస్–Zeta Orionis) అనే తారను సూచిస్తోంది. ఈ తార ఓరియాన్ బెల్ట్ (Orion Belt) లోని మూడు అత్యంత ప్రకాశవంతమైన తారల్లో ఒకటి. ప్రాచీన ఈజిప్ట్ సంస్కృతిలో ఈ తార 'ఒసిరిస్' (Osiris) దేవతకు ప్రతిరూపం. 'ఒసిరిస్' దేవత పునర్జన్మకి, పునరుజ్జీవనానికి చిహ్నం.

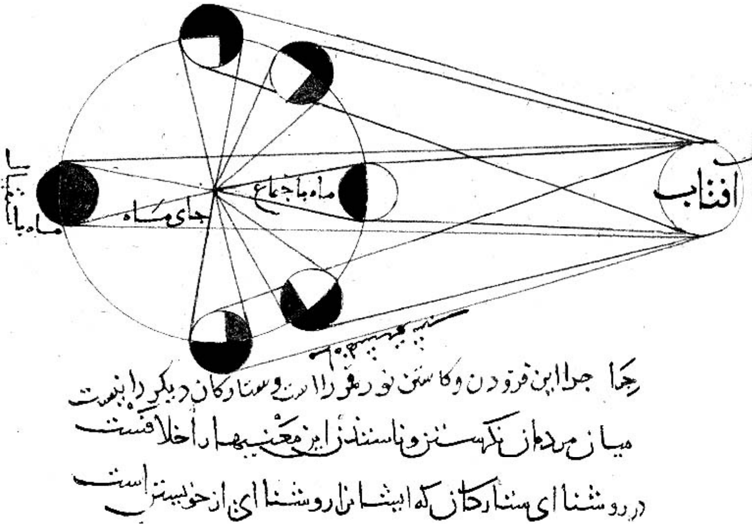
అలాగే రాణి మందిరం నుండి ఉత్తర దిశగా తిరిగి ఉన్న దూలం 'కోకబ్' (దీని ఆధునిక నామం బీటా అర్సా మైనర్ Beta Ursa Minor) అనే తారను సూచిస్తోంది. ఇది 'విశ్వ పునరుద్దీపనం' కి చిహ్నం. ఇక దక్షిణంగా తిరిగి ఉన్న దూలం 'సిరియస్' (అల్ఫా కానిస్ మేజర్–Alpha Canis Major) తారను సూచిస్తోంది. ఈ తార ఈజిప్షియన్లు కొలిచే 'ఐసిస్' దేవతకు ప్రతిరూపం. ఈజిప్షియన్ల సాంప్రదాయంలో

ఐసిస్ ఈజిప్షియన్ రాజులకు దివ్య జనని. ఒక విధంగా భారతీయ సంస్కృతిలో దేవమాత అదితిని పోలిన దేవత ఈమె. ఆ విధంగా ఈజిప్షియన్ల కాలంలో తారలకు ఇవ్వబడ్డ ఆధ్యాత్మిక అన్వయాన్ని మనం స్వీకరించినా, స్వీకరించకపోయినా ఆ రోజుల్లో అంత ఖచ్చితమైన ఖగోళ పరిజ్ఞానం ఉండడం విశేషం.

## ప్రాచీన అరేబియా

యూరప్‌లో మధ్య యుగం నడుస్తున్న కాలంలో (క్రీ.శ. 700–1200) అరేబియాలో వైజ్ఞానిక చింతన బాగా వేళ్లూనింది. ప్రాచీన భారతీయులు, ప్రాచీన గ్రీకులు పోషించిన విజ్ఞానం అరబిక్ భాషలోకి తర్జుమా చేయబడి అక్కడ గొప్ప వైజ్ఞానిక పునరుద్ధరణకు స్ఫూర్తినిచ్చింది. వైజ్ఞానిక పరిజ్ఞానం కలిగి ఉండడం ఒక విధమైన ఉన్నతమైన వ్యక్తిగత సంస్కారానికి చిహ్నమన్నట్టయ్యింది.

పందొమ్మిదవ శతాబ్దంలో అరేబియాలో అల్–ఖ్వరిజ్మీ అనే ఒక గొప్ప ఖగోళవేత్త ఉండేవాడు. ఆల్జీబ్రాకు అతనే మూలకర్త అంటారు. ఆధునిక కంప్యూటర్ విజ్ఞానంలో Algorithm (అల్గారిథమ్) అనే పదం కూడా ఈ 'అల్–ఖ్వరిజ్మీ' అనే పదం నుండే వచ్చిందంటారు. ప్రాచీన భారతం నుండి స్వీకరించిన సంఖ్యా వ్యవస్థ ఆధారంగా



**ఆల్ బిరూనీ రచనలో చంద్రపక్షాలను వర్ణించే పుట**

అతను ఓ అరబిక్ సంఖ్యా వ్యవస్థను రూపొందించాడు. ఆ తర్వాత కొన్ని శతాబ్దాల తర్వాత అతని రచనలు లాటిన్‌లోకి అనువదించబడ్డాయి. ఆ విధంగా భారతీయ సంఖ్యామానం యూరప్‌కి పాకింది.

ఖగోళ వస్తువుల స్థానాలనుబట్టి అతను వివిధ నగరాల వద్ద అక్షాంశ (Latitude), రేఖాంశ (Longitude) స్థానాలను నిర్ణయించగలిగేవాడు. ఆ విధంగా రెండు వేలకు పైగా నగరాల వద్ద అక్షాంశ, రేఖాంశ స్థానాలను నిర్ణయించి ఆ కాలంలో ఎంతో ఖచ్చితమైన ప్రపంచపటాన్ని తయారుచేశాడు.

అరేబియాకు చెందిన గొప్ప కవిగా ఉమర్ ఖయ్యాం (క్రీ.శ. 1048–1131) పేరు మన దేశంలో కూడా చాలామందికి సుపరిచితమే. కాని ఉమర్ ఖయ్యామ్ కవి మాత్రమే కాక గొప్ప గణితవేత్త, ఖగోళవేత్త కూడా. యేడాదిలో రోజుల సంఖ్యను అతను ఖచ్చితంగా నిర్ణయించాడు. అతని అంచనా ప్రకారం ఆ సంఖ్య విలువ (365.24219858156). ఇది ఆధునిక విలువలో ఆరవ దశాంశ స్థానం (6 th Decimal) వరకూ సరిపోతోంది.

## ప్రాచీన చైనా ఖగోళ విజ్ఞానం

ఎన్నో ప్రాచీన సంస్కృతుల్లోలాగానే ప్రాచీన చైనాలో కూడా ఖగోళ విజ్ఞానం యొక్క ముఖ్య ప్రయోజనం కాలమానంగా పరిగణించబడేది. తారామండలంలో ఓ ప్రత్యేక తారా పథం మీదగా యేడాది పొడవునా సూర్యుడు సంచరిస్తాడన్న భావన ప్రాచీన చైనీయులకి ఉండేది. పచ్చని కాంతులు కురిపించే సూర్యుడు నడిచే బాట కనుక ఆ బాటకు **'పచ్చని బాట'** (Yellow Path) అని పేరు. ఆ బాటను మాసాలకు చిహ్నాలైన '12 గృహాలుగా' విభజించారు.

చైనీస్ కాలమానం యేడాదికి సరిగ్గా 365.25 రోజులు. అందుకే వీళ్లు వృత్తంలో కేంద్రం చుట్టూ ఉండే కోణాన్ని 365.25 భాగాలుగా విభజించారు. ఆకాశపు గోళార్ధాన్ని వీళ్లు నాలుగు సమ భాగాలుగా విభజించారు. వీటిల్లో ఒక్కొక్క భాగాన్ని మళ్లీ ఏడేసి మందిరాలుగా విభజించారు. అంటే మొత్తం 28 మందిరాలన్నమాట. ఈ మందిరాల్లో చంద్రుడి గమనాన్ని అనుసరించేవారు.

ప్రాచీన చైనీస్ ఖగోళవేత్తలకు రాజుల పోషణ అమితంగా ఉండేది. కాలాన్ని ఖచ్చితంగా కొలవడం, ప్రతి నెలా ఎప్పుడు మొదలవుతుందో చెప్పడం, గ్రహణాలను ముందే నిర్ణయించడం మొదలైనవి వీళ్ల బాధ్యతలు. లెక్కలు తప్పయితే శిక్ష కఠినంగా

ఉండేది. కొన్నిసార్లు శిరచ్ఛేదం వరకూ కూడా వెళ్లేది.

ఇతర సంస్కృతుల కాలమానాల్లో వారాలు, నెలలు చక్రికంగా వస్తుంటాయి. కానీ సంవత్సరాల్లో అలాంటి చక్ర గతి ఉండదు. కాని ప్రాచీన చైనీస్ కాలమానంలో సంవత్సరాల్లో అలాంటి చక్రగతి కనిపిస్తుంది. ఉదాహరణకు క్రీ.పూ. 2,600 దరిదాపుల్లో జీవించిన హువాంగ్ టి అనే రాజు అరవై సంవత్సరాల చక్రం గల ఓ కాలమానాన్ని ప్రవేశపెట్టాడు. ఖచ్చితమైన ఖగోళ పరిశీలనలను తీసుకునేందుకు వీలయ్యేలా ఓ గొప్ప నక్షత్రశాలను కూడా అతను కట్టించాడు.

క్రీ.పూ. 4వ శతాబ్దానికి చెందిన పి.షెన్ అనే ఖగోళవేత్త 122 తారారాశులకు చెందిన 809 తారలను గుర్తిస్తూ ఖచ్చితమైన తారాపటాలను తయారుచేశాడు. అతనికి సూర్య బిందువులు (Sunspots) గురించిన జ్ఞానం కూడా ఉండేది. క్రీ.శ. మూడు నుండి ఆరు శతాబ్దాల నడిమి కాలంలో చైనీస్ ఖగోళ విజ్ఞానం ఒక వెలుగు వెలిగింది. ఆ కాలానికి చెందిన ఓ ప్రముఖ ఖగోళవేత్త పేరు జు చాంగ్‌జీ. అతను యేడాదిలో 365.24281481 రోజులున్నాయని ఖచ్చితంగా లెక్క వేశాడు.

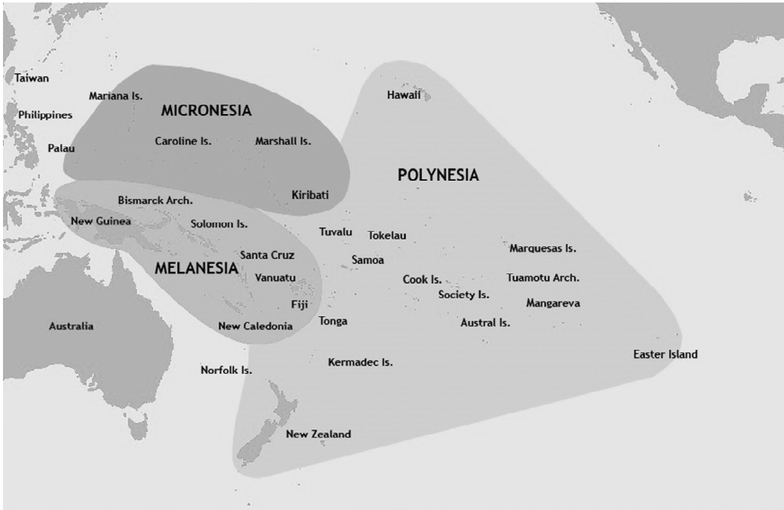



**28 మందిరాలున్న చైనీస్ తారాపథం**

క్రీ.శ. 960–1279 ప్రాంతంలో చైనాలో సాంగ్ వంశపు రాజులు పాలించిన కాలంలో ఎన్నో గొప్ప నక్షత్రశాలలు వెలిశాయి. 1,434 తారల ఆచూకీని వ్యక్తంచేసే విస్తారమైన తారాపటాలను ఆ నక్షత్రశాలలో ప్రదర్శించారు. సాంగ్ కాలంలో చివరి దశలో రంగ ప్రవేశం చేసిన గువో పౌజింగ్ అనే ఓ ప్రఖ్యాత చైనీస్ ఖగోళవేత్త ఓ పెద్ద సౌర గడియారాన్ని (Sundial) నిర్మించాడు. ఈ గడియారం సహాయంతో యేడాది వ్యవధిని కేవలం 30 సెకనుల దోషంతో ఎంతో ఖచ్చితంగా కొలవగలిగాడు.

## ప్రాచీన పాలినేషియాలో ఖగోళ శాస్త్రం

ప్రాచీనులకు ఖగోళ విజ్ఞానం తెలుసుననడానికి మరో ఆశ్చర్యకరమైన ఉదాహరణ పాలినేషియా. పసిఫిక్ మహాసముద్రంలోని కేంద్ర దక్షిణ ప్రాంతంలో ఆస్ట్రేలియా ఖండం కాకుండా ఎన్నో చిన్న చిన్న దీవులు ఉన్నాయి. ఆ దీవులను కలుపుకుని కొన్ని వేల మైళ్ల విస్తారం గల ప్రాంతాన్ని ఓషియానియా (Oceania) అంటారు. అందులో దక్షిణ ప్రాంతంలో వెయ్యికి పైగా దీవులు ఉన్న ప్రాంతాన్ని పాలినేషియా (Polynesia) అంటారు. ఆ దీవులు కొన్ని వేల యేళ్లుగా ఓ ప్రత్యేక నాగరికతకు ఆలవాలమై ఉన్నాయి. ఆ దీవులు ఖండాల నుండి బాగా దూరంగా ఉండడం వల్ల అక్కడ వికసించిన నాగరికత విలక్షణమై ఎన్నెన్నో శతాబ్దాలుగా దాని విలక్షణతను




**పాలినేషియా - మ్యాపులో త్రికోణాకార ప్రాంతంలో ఉన్న దీవుల సముదాయం**

నిలుపుకుంటూ వచ్చింది. ఖచ్చితమైన ఖగోళ విజ్ఞానం ఆ నాగరికత మనుగడకు తప్పనిసరిగా అవసరమైంది. నేల మీద అయితే కొండలు, గుట్టలు, దారులు, ఏరులూ మొదలైన కొండగుర్తులుంటాయి. అవి దారి తెలుసుకోవడానికి, గమ్యాన్ని చేరుకోవడానికి ఉపకరిస్తాయి. కాని ఏ చిన్నెలూలేని సమతలం మీద, సముద్రతలం మీద దారి కనిపెట్టాలంటే ఆకాశం తప్ప, ఖగోళంలోని ఆనవాళ్లు తప్ప మరో గత్యంతరంలేదు.

క్రీ.పూ. 3000 కాలంలో ఆధునిక తైవాన్‌లో ఆవిర్భవించిన పాలినేషియన్ సంస్కృతి అక్కడి నుండి ఫిలిప్పీన్స్, ఇండోనేషియా, న్యూ గినియా ప్రాంతాల మీదగా పాలినేషియా అంతటా విస్తరించి ఉంటుందని చారిత్రకులు అభిప్రాయపడుతున్నారు. ప్రాచీన భారతంలో గురువుల నుండి శిష్యులకు గీతాల, శ్లోకాల రూపంలో మౌఖికంగా జ్ఞానం సంక్రమించినట్టు, పాలినేషియన్లు కూడా అనాదిగా వాతావరణం గురించి, ఖగోళం గురించి ఎంతో పరిజ్ఞానాన్ని మౌఖికంగా కింది తరాల వారికి అందజేస్తూ వస్తున్నారనడానికి దాఖలాలు ఉన్నాయి. ఏ తారలు ఎప్పుడు ఉదయిస్తాయి, ఎప్పుడు అస్తమిస్తాయి? ఏ దీవుల మీద ఏయే జంతు జాతులు ఉంటాయి?

కెరటాల్లో రకాలు ఏమిటి? వాటి రూపురేఖలు ఎలాంటివి? మేఘాల్లో రకాలేమిటి? ఏ రేవుని ఎలా సమీపించాలి? మొదలైన ప్రశ్నలకు సమాధానాలు ఆ గీతల్లో పొందుపర్చబడి ఉండేవి.

## బ్రిటన్‌లోని స్టోన్ హెంజ్

బ్రిటన్‌లో ఉన్న ఓ ప్రాచీన స్మారక చిహ్నం ఆనాటి మనుషులకు తెలిసిన ఖగోళ విజ్ఞానానికి అద్దంపడుతుంది. స్టోన్ హెంజ్ (Stonehenge) అనబడే ఆ స్మారక చిహ్నం విల్ట్ షైర్ అనే ఊళ్లో ఉంది. స్టోన్ (Stone) అంటే రాయి. హెంజ్ (Henge) అన్న పదం Hinge (అంటే మడత బందు లేదా ఆధారం) అన్న పదం నుండి వచ్చిందంటారు. అంటే రాళ్లను ఆధారంగా పెట్టిన రాళ్లు ఉన్న నిర్మాణం అన్నమాట. ఈ స్మారక చిహ్నం క్రీ.పూ. 2000–3000 నాటిదని పురావస్తు పరిశోధకులు అంటారు. మొదట నిర్మించిన కాలం నుండి కొన్ని సహస్రాబ్దాలుగా దానికి మార్పులు చేర్పులు జరిగాయని అంటారు. అయితే మామూలు కట్టడాలకు ఉండే అతి ప్రాథమిక లక్షణాలు–గోడలు, చూరు – లేని ఈ వింత నిర్మాణానికి ప్రయోజనమేమిటి? ఇదొక స్మశాన వాటిక అని ఈ స్మారక చిహ్నాన్ని కనుక్కున్న

మొదట్లోనే తెలిసింది. ఆ ప్రాంతంలో జరిపిన తవ్వకాల్లో ఎన్నో మానవ అస్తికలు దొరికాయి.

అయితే కేవలం స్మశానంలాగానే కాకుండా ఈ నిర్మాణానికి మరో అద్భుతమైన ప్రయోజనం కూడా ఉందని గత శతాబ్దంలో దీని మీద పరిశోధనలు జరిపిన కొందరు నిపుణులు కనుక్కున్నారు. ఈ నిర్మాణం ఒక విధమైన ఖగోళ ప్రయోగశాల. ఇందులో రాళ్ల అమరికకు, ఎన్నో ఖగోళ ఘటనలకు మధ్య సంబంధముంది.

ఇక్కడ సిగరెట్ పెట్టెల్లా మలచిన బండలు నిటారుగా నిలబెట్టబడి ఉంటాయి. ఈ బండలను సార్సెన్స్ (Sarsens) అంటారు. వీటిలో ఒక్కొక్క దాని పొడవు 9 మీటర్లు (30 అడుగులు), బరువు 25 టన్నులు. ఇవి స్టోన్ హెంజ్ ఉన్న చోటుకు ఇరవై మైళ్ల దూరంలో ఉన్న మార్ల్ బొరో డౌన్స్ అనే ప్రాంతానికి చెందినవి అంటారు. అసలు అంత పెద్ద బండలను ఆ రోజుల్లో అంత దూరం ఎలా తరలించారు అన్న అంశం మీదే విస్తృతమైన పరిశోధన జరిగింది.

నిలువుగా నిలబెట్టిన సార్సెన్ జంటలను కలుపుతూ పైన దూలంలా ఏర్పర్చబడి మరో సార్సెన్ ఉంటుంది. ఆ విధంగా 'పై' (π) ఆకారంలా మూడేసి బండలు ఏర్పర్చబడి ఉంటాయి. ఇలాంటి రాతి త్రయాలను 'ట్రైలితాన్' (Trilithons) లు అంటారు. (Tri అంటే మూడు, Lithos అంటే రాయి) ఐదు ట్రైలితాన్‌లు కింది చిత్రంలో చూపించినట్టు ఏర్పాటుచెయ్యబడి ఉంటాయి. కేంద్రంలో ఇలా ఐదు



**బ్రిటన్‌లోని స్టోన్ హెంజ్**

సార్సెన్‌లు ఉండగా కాస్త దూరంలో ఓ పరిధిలా ఏర్పడిన సార్సెన్ల వలయం ఉంటుంది. వీటిని సార్సెన్ వృత్తం (Sarsen Circle) అంటారు.

సార్సెన్ వృత్తాన్ని రెండుగా విభజిస్తూ ఒక అక్షం ఉంటుంది. ఈ అక్షానికి ఇరుపక్కలా ఉన్న రాళ్ల అమరిక ఒకే విధంగా ఉంటుందన్నమాట. దీన్నే ప్రధాన అక్షం అంటారు. లోపలి భాగంలో ఉన్న ఐదు ట్రైలిదాన్‌లు కప్పు ఆకారంలో ఒక పక్కకు తెరచుకుని ఉంటాయి. ప్రధాన అక్షం ఆ నోటి మధ్యలో నుంచి పోతుంది. ప్రధాన అక్షానికి, ఖగోళ ఘటనలకు మధ్య సంబంధం ఉందని మొట్టమొదట గుర్తించిన వ్యక్తి **సర్ నార్మన్ లాక్యర్** (1836-1920). Summer Solstice రోజు సూర్యోదయం సరిగా ప్రధాన అక్షం చివర్లో జరుగుతుందని ఇతను గుర్తించాడు.

గత శతాబ్దపు రెండో భాగంలో **జెరాల్డ్ హాకిన్స్** అనే అమెరికన్ ఖగోళవేత్త స్టోన్ హెంజ్ మీద ఎన్నో పరిశోధనలు చేశాడు. ముఖ్యంగా అక్కడి రాళ్లు తిరిగి ఉన్న దిశలకు, ఎన్నో ఖగోళ ఘటనలకు సంబంధముందని ఇతను కనుక్కున్నాడు. అలా రాళ్ల దిశకు, ఖగోళ ఘటనలకు సంబంధమున్న సందర్భాలు మొత్తం స్టోన్ హెంజ్‌లో 165 ఉన్నాయని హాకిన్స్ పరిశోధనల వల్ల తేలింది. హాకిన్స్ తన పరిశోధనా ఫలితాలను 1963లో ప్రఖ్యాత వైజ్ఞానిక పత్రిక 'నేచర్'లో ప్రచురించాడు.

స్టోన్ హెంజ్‌లోని రాళ్ల అమరిక ఇప్పటికీ ఎందరో ఖగోళవేత్తల దృష్టిని ఆకట్టుకుంటోంది. వాళ్ల పరిశోధనల్లో ప్రాచీనులకు తెలిసిన ఖగోళ విజ్ఞానం గురించి నానాటికీ ఎన్నో విషయాలు బట్టబయలు అవుతున్నాయి.

## ప్రాచీన మాయస్ సంస్కృతిలో ఖగోళ శాస్త్రం

సువిస్తారంగా ఖగోళ విజ్ఞానం తెలిసిన ప్రాచీన సంస్కృతుల్లో మధ్య అమెరికాకు చెందిన ప్రాచీన మాయస్ సంస్కృతి గురించి ముఖ్యంగా చెప్పుకోవాలి. సుమారు ఐదు వేల యేళ్ల వ్యాప్తి గల ఓ అపురూపమైన కాలెండర్ మాయస్ సంస్కృతి నుండి మనకు లభ్యమవుతోంది. ఆ కాలెండర్ క్రీ.పూ. 3114లో మొదలై సరిగ్గా డిసెంబర్ 21, 2012లో అంతమవుతోంది. అంతమవుతున్న మాయస్ కాలెండర్ రాబోతున్న యుగాంతాన్ని సూచిస్తోందని ఒక పుకారు బయలుదేరింది. ఆ పుకారు ప్రపంచ వ్యాప్తంగా జనాన్ని ఎంతో ఆందోళనకు గురిచేసింది.

మధ్య అమెరికాలో అంటే ఆధునిక మెక్సికోలోని దక్షిణ ప్రాంతం గౌతెమాలా, ఉత్తర బెలీజ్, పశ్చిమ హొండూరాస్ మొదలైన ప్రాంతాల మీదగా విస్తరించిన

సంస్కృతి మాయస్ సంస్కృతి. ఆధునిక మెక్సికోలోని యుకటన్ (Yucatan) ప్రాంతం మాయన్ సంస్కృతికి పుట్టినిల్లు అంటారు. బాగా అభివృద్ధి చెందిన నిర్మాణ కళ మాయన్ల సొంతం. ఈజిప్షియన్లలాగా వీళ్లు కూడా పెద్ద పెద్ద పిరమిడ్లు నిర్మించారు. పెద్ద పెద్ద కోటలు, ఆలయాలు, నక్షత్రశాలలు నిర్మించారు. వ్యవసాయంలో కూడా ఎంతో ప్రగతి సాధించారు. పెద్ద పెద్ద భూగర్భ మందిరాలు నిర్మించి అందులో వర్షపు నీరు నిల్వ చేసే ఏర్పాట్లు చేసుకునేవారు.

ప్రత్యేకించి మాయన్ల ఖగోళ విజ్ఞానం ఆధునిక ఖగోళవేత్తల దృష్టిని ఆకట్టుకుంది. ఖగోళ వస్తువుల చలనాలనుబట్టి కాల నిర్ణయం చెయ్యడంలో వీళ్లు గొప్ప నైపుణ్యాన్ని సాధించారు. ఆధునిక కాలమానంలో రోజు అర్ధరాత్రి (అంటే 12am)కి మొదలవుతుందని మనకు తెలుసు. అంటే సరిగ్గా సూర్యుడు భూమికి అవతలి పక్క నడినెత్తిన ఉన్నప్పుడు అన్నమాట. మాయన్ కాలమానంలో రోజు తెల్లవారు జామున మొదలవుతుంది. సూర్యోదయం ఏ రోజు ఎక్కడ జరుగుతుందో మాయన్లకు తెలుసు. అంతేకాక యేడాదిలో 365 రోజులు ఉంటాయని కూడా వాళ్లు గుర్తించారు. ఇది ఆధునిక అంచనాకు చాలా దగ్గరగా వచ్చింది. అయితే ఆధునిక అంచనాకు (365.2422 రోజులు) మాయన్ అంచనాకు మధ్య భేదం ఉన్నా మాయన్ ఖగోళ వేత్తలు ఆ దోషాన్ని ఎప్పటికప్పుడు సరిదిద్దుతూ చాలా ఖచ్చితమైన కాలెండర్‌ని రూపొందిస్తూ వచ్చారు.

అలాగే చంద్రకళను కూడా మాయన్లు చాలా శ్రద్ధగా పరిశీలించారు. 4,400



**ఆధునిక మెక్సికోలో ఎల్ కాస్టిలో అనబడే ప్రఖ్యాత మాయన్ పిరమిడ్**

రోజుల్లో 149 పున్నములు ఉంటాయన్నది ఒక మాయన్ అంచనా. అలాగే మరో సందర్భంలో 11,960 రోజుల్లో 405 పున్నములు ఉంటాయనే అంచనా కూడా వుంది. దీన్నిబట్టి రెండు పున్నముల మధ్య వ్యవధి 29.53 రోజులు అని తెలుస్తోంది. ఇది ఆధునిక విలువ అయిన 29.53086కి చాలా సన్నిహితంగా ఉంది.

వీనస్ గ్రహం మీద మాయన్లు ప్రత్యేక శ్రద్ధ వహించారు. దీన్ని వాళ్లు **షుక్స్ ఏక్** (Xux Ek) అని పిలిచేవారు. అంటే 'గొప్ప తార' అని అర్థం. వీనస్ గ్రహం యేడాదిలో సగం కాలం సూర్యోదయ సమయంలోనూ, సగం కాలం సాయంత్రం సమయంలోనూ కనిపిస్తుంది. సూర్యుడికి దగ్గరగా ఉండడం వల్ల ఎప్పుడూ సూర్యోదయ, సూర్యాస్తమయ సమయాల్లోనే కనిపిస్తుంది. సూర్యుడికి దగ్గరగా ఉంటుంది కనుక సూర్య కాంతిని ప్రతిబింబిస్తూ బాగా ప్రకాశిస్తుంది. అందుకే మనం దాన్ని వేగు చుక్క అని, పగటి చుక్క అని పిలుస్తూ దాన్నొక నక్షత్రం అన్నట్టుగా వ్యవహరిస్తాం. వీనస్ గ్రహం తారల మధ్య కదులుతూ కొన్నాళ్లకు ఒకసారి చక్రికంగా మొదటి స్థానానికి వస్తుంది. ఆ కాలం ఆధునిక అంచనాల ప్రకారం సరిగ్గా 583.92 రోజులు. అయితే మాయన్లు ఆ కాలాన్ని 584 రోజులని అంచనా వేయగలగడం ఆశ్చర్యం. ఇలాగే మార్స్, మెర్క్యురీల ప్రదక్షిణ కాలాలను కూడా మాయన్లు చాలా ఖచ్చితంగా అంచనా వేయగలిగారు.

మాయన్లు తమ ఖగోళ విజ్ఞానాన్ని వ్యవసాయంలో కూడా వాడుకునేవారు. ఉదాహరణకు ఏప్రిల్ నెలలో **ప్లియాడిస్** (Pleiades) అనే తారా రాశి సుమారు సూర్యోదయం సమయంలోనే ఉదయిస్తుంది. అది పొలాల్లో విత్తులు నాటే కాలంగా మాయన్లు పరిగణించేవారు. **టెయోటిహువాకాన్** అనే ప్రాచీన మాయన్ నగరంలోని ప్రధాన రహదారి ప్లియాడిస్ తారారాశి ఉదయించే స్థానం దిశగా తిరిగి ఉంటుంది.

మాయన్లకు ఎంత విస్తారమైన ఖగోళ విజ్ఞానం ఉన్నా ఇతర ప్రాచీన సంస్కృతులకు చెందిన ఖగోళశాస్త్రాలలాగానే వారి ఖగోళ విజ్ఞానంలో ఎన్నో పారలౌకిక భావాల రంగరింపు కనిపిస్తుంది. ఒక విధంగా చెప్పాలంటే ఇలాంటి రంగరింపు అన్ని ప్రాచీన సంస్కృతులలోనూ కనిపిస్తుంది. ఉదాహరణకు విశ్వం గురించి వాళ్ల అవగాహన ఆధునిక దృష్టితో చూసినప్పుడు చాలా చిత్రంగా ఉంటుంది. మాయన్ల దృష్టిలో ఖగోళం అంతా ఓ దివ్య లోకం. అది దేవతలు నివసించే సీమ. ఖగోళ ఘటనలు దేవతలు మనకు అందించే సందేశాలు. అలాగే మాయన్ ఖగోళవేత్తలు ఆధునిక ఖగోళవేత్తలలాంటి వాళ్లు కారు. వాళ్లు నిజానికి ఖగోళంలో కొలువుండే

దేవతలను ఉపాసన చేసే పురోహితులు.

మాయన్ల దృష్టిలో విశ్వం పలు పొరలు గల పరుపు లాంటిది. వాటిలో అట్టడుగు పొర భూమి. భూమిని ఓ పెద్ద చక్రంలా ఊహించుకునేవారు. ఆ చక్రం చుట్టూ దివ్య జలాలు వ్యాపించి ఉంటాయి. ఆ పొరకు పైన ఉండేది చంద్రుడు, మేఘాలు. ఆ పైన ఉండే మూడో పొర నక్షత్రాలు. నాలుగో పొరలో సూర్యుడు, ఐదో పొరలో వీనస్ గ్రహం ఉంటాయి. ఆరవ పొరలో ఏదో అజ్ఞాత తారారాశి ఉంటుంది. ఆ పొరలోనే తోక చుక్కలు కూడా ఉంటాయి. ఏడో పొర ఓ పచ్చ రంగు స్వర్గం. ఎనిమిదో పొర ధూళిమయమైన నీలి స్వర్గం. తొమ్మిదో పొర ఉరుములకు, మెరుపులకు నెలవు. పది, పదకొండు, పన్నెండో పొరలు వరసగా తెలుపు, పసుపు, ఎరుపు రంగులు కలిగి ఉంటాయి. ఇక ఆఖరిదైన పదమూడో పొరలో సగం పురుషుడు, సగం స్త్రీ తత్వాలు కలిగిన ఓ మహా వేలుపు కొలువై ఉంటాడు.

పై వర్ణననుబట్టి ఆధునిక భౌతిక శాస్త్ర దృష్టితో చూసినప్పుడు విశ్వం పట్ల మాయన్ల అవగాహన తప్పుల తడకలుగా ఉందని తెలుస్తుంది.

## ప్రాచీన ప్రపంచంలో ఖగోళ విజ్ఞానం

ప్రాచీన సంస్కృతులకు చెందిన మనుషులకు ఖగోళ విజ్ఞానం తెలుసా? అని నిలదీసి అడిగితే ఒక విధంగా తెలుసు, మరో విధంగా తెలియదని చెప్పాల్సి ఉంటుంది. వారికి తెలిసిన ఖగోళ విజ్ఞానం కాస్త మోటైన, ప్రాథమికమైన ఖగోళ విజ్ఞానమని చెప్పాల్సి ఉంటుంది. ప్రాచీనులకు తెలిసిన ఖగోళంలో సూర్యచంద్రులు, కంటికి కనిపించే ఐదు గ్రహాలు, కొన్ని వందల తారలు – ఇవే ఉన్నాయి.

ప్రాచీన ఖగోళ శాస్త్రంలో మరో బలహీనత విశ్వానికి భూమి కేంద్రం అన్న భావన. భూమి నుండి ఖగోళాన్ని చూస్తూ ఈ ఖగోళ వస్తువులను గమనిస్తూ రావడం వల్ల మరి సహజంగా సమస్త విశ్వం భూమి చుట్టూ తిరుగుతోందన్న భావన కలుగుతుంది. రంగులరాట్నం మీద తిరుగుతున్న వారికి మిగతా ప్రపంచమంతా తమ చుట్టూ తిరుగుతున్నట్టు అనిపిస్తుంది. కాని సరైన పద్ధతిలో శోధిస్తే తిరిగేది ప్రపంచం కాదని, తామే తిరుగుతున్నామని, విశాల ప్రపంచంలో ఆ రంగులరాట్నం ఓ చిన్న చుక్క లాంటిదని తెలుస్తుంది. అప్పుడే ఆ కేంద్రత్వ భ్రాంతి తొలగిపోతుంది. భూమి కేంద్రం అన్న అపోహ ప్రాచీన ఖగోళ సాంప్రదాయాల్లో పదే పదే తారసపడుతుంది.

అయితే ఖగోళ విజ్ఞానంలో ప్రాచీనులు సాధించిన ఓ ఘన విజయం ఉంది. అప్పటికి తెలిసిన గణితంతో, అప్పటికి లభ్యమైన ఖగోళ పరిశీలనా పరికరాలతో పై ఖగోళ వస్తువుల స్థానాలను ఎంతో నిర్దిష్టంగా అంచనా వెయ్యగలిగారు. ఒక ఖగోళ వస్తువు యొక్క 'స్థానం' అన్నప్పుడు రెండు ప్రశ్నలు తలెత్తుతాయి. అది ఏ దిశలో ఉంది? ఎంత దూరంలో ఉంది? ప్రాచీన ఖగోళ విజ్ఞానంలో ఖగోళ వస్తువుల దిశలను ఖచ్చితంగా తెలుసుకోగలిగారుకానీ వాటి దూరాల విషయంలో ప్రాచీనులకు పెద్దగా అవగాహన ఉండేదికాదు. సూర్య చంద్రుల దూరాలను బాగానే అంచనా వెయ్యగలిగారు. ఇక తారల దూరాలు ఏపాటివో ఆ రోజుల్లో అర్థంచేసుకునే అవకాశమే లేదు.

స్థానాలను తెలుసుకోవడమేకాక గ్రహణాలు మొదలైన ఎన్నో ఖగోళ ఘటనలను ప్రాచీనులు ఖచ్చితంగా నిర్ణయించగలిగారు. ఆ విధంగా ఖగోళ చలనాలను నిర్ణయించగలిగారేకానీ ఆ వస్తువులు అలా ఎందుకు కదులుతున్నాయి? వాటిని ఆ విధంగా కదిలిస్తున్న శక్తులు ఏమిటి? మొదలైన ప్రశ్నలకు వారి వద్ద జవాబులేమీ లేవు. అలాంటి ప్రశ్నలకు సమాధానాలు చెప్పాలంటే భౌతిక శాస్త్రం బాగా వృద్ధి చెందాలి. కాని ఆ రోజుల్లో భౌతిక శాస్త్రం బాగా శైశవ దశలో ఉంది.

ప్రాచీన ఖగోళ విజ్ఞానంలో శాస్త్రీయంగా అలా ఎన్నో పరిమితులు ఉండడమే కాకుండా మరో లోతైన బలహీనత కూడా ఉంది. అది ఖగోళ విజ్ఞానాన్ని ఏదో పారలౌకిక, ఆధ్యాత్మిక అంశాలతో ముడిపెట్టే అలవాటు. ఆకాశాన్ని ఓ స్వర్గ సీమలా, ఖగోళ వస్తువులను దేవతా మూర్తులకు ప్రతిరూపాలుగా చూసే అలవాటు ఆనాటి మనుషుల మనస్తత్వంలో లోతుగా కూరుకుపోయింది. అలాంటి ఆలోచనా విధానానికి కట్టుబడి వుంటే ఇవ్వాళ అది శాస్త్ర పురోగతికి అడ్డుపడుతుంది.

కనుక ప్రాచీనులకు తెలిసిన ఖగోళ శాస్త్రం యొక్క లక్షణాలను/బలహీనతలను సారాంశంగా ఇలా చెప్పుకోవచ్చు.

– భూమి చుట్టూ సమస్త విశ్వం తిరుగుతోందన్న అపోహ.

– చాలా తక్కువ సంఖ్యలో ఖగోళ వస్తువుల పరిజ్ఞానం

– పరిమితమైన సామర్థ్యం గల పరిశీలనా పరికరాల వాడుక (ఉదాహరణకు వారికి దూరదర్శిని గురించి తెలియదు)

– ఖగోళ వస్తువుల దిశలను నిర్ణయించగలిగినా దూరాలను నిర్ణయించడంలో గణనీయమైన దోషం

– ఖగోళ చలనాలను శాసించే భౌతిక శాస్త్ర నియమాల విషయంలో అవగాహన లేకపోవడం

– భౌతిక చలనాలకు ఆధ్యాత్మిక, పారలౌకిక కారణాలు వెతకడం

మరి ఇన్ని బలహీనతలు ఉన్న ప్రాచీన ఖగోళ విజ్ఞాన సాంప్రదాయాలు గొప్పవని ఎలా అనగలం? అలాంటి ఖగోళ విజ్ఞానం వల్ల ఏం ప్రయోజనం? మొదలైన ప్రశ్నలు మరి సహజంగా తలెత్తుతాయి. ఇన్ని దోషాలు ఉన్నా ప్రాచీన ఖగోళ శాస్త్ర సాంప్రదాయాల్లో కొంత శాస్త్రీయమైన సారం ఉంది. దానికే కొద్దికొద్దిగా కొన్ని వేల యేళ్లు మెరుగులు దిద్దుతూ వచ్చారుకానీ ఆ కేంద్ర పరిజ్ఞానంలో సమూలమైన మార్పు తీసుకురాలేకపోయారు. అలాంటి మార్పు రావడం కోసం ఇటీవల కాలం అంటే పదహారో శతాబ్దం వరకూ ఎదురుచూడాలి.

ప్రాచీనుల గొప్పదనం ఏమిటంటే కేవలం భూమి నుండి ఖగోళాన్ని చూస్తున్నప్పుడు ఖగోళం ఎలా కనిపిస్తుందన్నది చాలా ఖచ్చితంగా, గణిత పద్ధతులను ఉపయోగించి వర్ణించగలిగారు. అలాంటి వర్ణన వల్ల ఎన్నో లౌకిక ప్రయోజనాలు ఉన్నాయి. కాలమానం, రుతువులు, గ్రహణాలు మొదలుకుని భూమి మీద దైనందిన జీవితంలో ఉపయోగపడే ఎన్నో ఖగోళ సంఘటనలను అప్పటి ఖగోళ విజ్ఞానం నిర్ణయించగలిగింది.

కాబట్టి భూమి నుండి ఖగోళం ఎలా కనిపిస్తుంది? అన్న సమస్యకు సమాధానం అంత సులభం కాదు. అంత ముఖ్యమైన ప్రశ్నకు సమాధానాన్ని వచ్చే అధ్యాయంలో శోధిద్దాం.

# 3. భూమి నుండి కనిపించే ఖగోళం

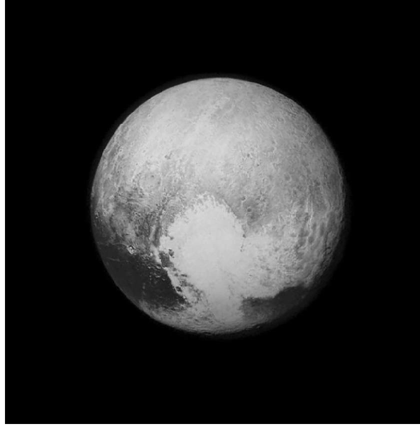
ప్రాచీన సంస్కృతుల్లో కూడా ఎంతో గణనీయమైన ఖగోళ విజ్ఞానం ఉండేదని కిందటి అధ్యాయంలో గమనించాం. ఆ విజ్ఞానానికి వేళ్లు ఒక ప్రత్యేక ప్రాంతంలో ఉన్నాయని చెప్పలేం. ఒక దేశంలో పుట్టి మిగతా ప్రపంచమంతా ఆ పరిజ్ఞానం వ్యాపించిందని చెప్పలేం. అది ప్రపంచంలోని పలు ప్రాంతాల్లో స్వతంత్రంగా కనుక్కోబడింది. స్వతంత్రంగా పోషించబడింది. అయితే ప్రాచీనులు పెంపొందించుకున్న ఖగోళ విజ్ఞానానికీ ఈ 20వ శతాబ్దపు అధునాతన ఖగోళ విజ్ఞానానికీ మధ్య మౌలికమైన తేడా ఉందని ప్రత్యేకించి చెప్పనక్కర్లేదు. ఆ తేడా రెండు కారణాల వల్ల వస్తోంది.

వాటిలో మొదటి కారణం ఖగోళ పరిశీలనలో వాడదగ్గ పరికరాల్లో వచ్చిన అవర్ణనీయమైన అభివృద్ధి. చంద్రుడి ముఖం మీద గుట్టలను, మిట్టలను టెలిస్కోప్‌లో చూసి మురిసి పోయిన గెలీలియో నాటి నుండి అంతరిక్ష టెలిస్కోప్‌ల సహాయంతో బిలియన్ల కాంతి సంవత్సరాల దూరంలో ఉండే విశ్వ భాగాలను పరిశీలించగల ఖగోళ సాంకేతిక పరిజ్ఞానం నేడు ఎంతో దూరం వచ్చింది.

ఈ రోజుల్లో లభ్యమయ్యే టెలిస్కోప్ సాంకేతిక విజ్ఞానంతో ఎంత సాధ్యమో చెప్పుకోవడానికి కొన్ని ఉదాహరణలు. దూరంగా ఉన్న వస్తువులను చూడడం గొప్ప కాదు. దూరంగా ఉన్న చిన్న వస్తువులనో, కాంతి విహీనమైన వస్తువులనో చూడడం గొప్ప. దూరంగా ఉన్న చిన్న, కాంతి విహీనమైన వస్తువులను కూడా చూడగలిగే వీలు కల్పిస్తాయి ఆధునిక టెలిస్కోప్‌లు. ఉదాహరణకు మనకు 8 కాంతి సంవత్సరాల (1 కాంతి సంవత్సరం = 1,00,00,00,00,00,000 కి.మీ.లు) దూరంలో ఉన్న సిరియస్ (Sirius) తారను కంటితో స్పష్టంగా చూడొచ్చు. కాని సిరియస్ నిజానికి ఒంటరి తార కాదు. దాని పక్కనే కాస్త కాంతి విహీనమైన ఓ జంట తార కూడా వుంది. దీన్ని సిరియస్–బి అంటారు. దాన్ని టెలిస్కోప్‌ల ద్వారానే గుర్తుపట్టడం సాధ్యం. అది కంటికి కనిపించదు.

అలాగే ప్రాచీనులకు యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటోల గురించి తెలియదు. అవి కంటికి కనపడవు. సూర్యుడికి చాలా దూరంగా ఉండడంతో అవి ప్రతిబింబించే ప్రకాశం చాలా తక్కువ. కాని వాటిని టెలిస్కోప్‌ల సహాయంతో చూడొచ్చు. అంటే భూమి మీద ప్రతిష్ఠించబడ్డ 'నేల టెలిస్కోప్' (Ground Telescopes) లకు కూడా

అందుతాయి. ఇక అంతరిక్షంలో ప్రయాణిస్తూ గ్రహాలను దగ్గర నుండి ఫోటోలు తీయగల అంతరిక్ష టెలిస్కోప్‌ల సహాయంతో ప్లూటోవంటి చిన్న (సుమారు రెండు వేల కి.మీ.ల వ్యాసం) ఖగోళ వస్తువులను కూడా ఎంత స్పష్టంగా పరిశీలించవచ్చో ఈ చిత్రంలో చూడండి.



**ఓ వ్యోమనౌక నుంచి తీసిన ప్లూటో ఫోటో**

నేల టెలిస్కోప్‌ల సహాయంతోనే ఇంకా ఎన్నో వివరాలు తెలుసుకోవడానికి వీలవుతుంది. కాస్త సన్నిహితమైన, ప్రకాశవంతమైన తారలు ఈ టెలిస్కోప్‌లలో కేవలం మెరిసే బిందువుల్లాకాక ప్రకాశవంతమైన పళ్లాలలాగా కనిపిస్తాయి. అలాగే ఇరుగు పొరుగు తారల చుట్టూ తిరిగే గ్రహాల్లో కూడా కొన్ని పెద్ద గ్రహాలను చిన్న చుక్కల్లాగా ఆ టెలిస్కోప్‌ల్లో చూడొచ్చు. ఇరుగు పొరుగు తారల చుట్టూ కూడా మన సౌర మండలంలోలాగానే గ్రహాలు తిరుగుతూ ఉంటాయని స్పష్టంగా పరిశీలించగలిగితే చాలు విశ్వం గురించి మన ప్రాచీనులకు ఉండే ఎన్నో అపోహలు తక్షణమే తొలగి పోయేవేమో!

అలాంటిదే మరో ఉదాహరణ. భూమిగానీ, సూర్యుడుగానీ విశ్వానికి కేంద్రం అనుకునే మన పూర్వీకులకు సూర్యుడు కూడా ఒక తార అని, అలాంటి తారలు విశ్వంలో కొన్ని లక్షల కోట్లు ఉన్నాయని, ఆ తారలు కొన్ని రాసులు (గెలాక్సీలు)గా ఉంటాయని, మన సూర్యుడు అలాంటి ఓ ప్రత్యేకమైన రాసిలో (దాన్ని మనం పాలపుంత అని పిలుచుకుంటాం) ఉన్నాడని తెలిసే అవకాశంలేదు. మనం ఉండే **పాలపుంత** గెలాక్సీకి అతి దగ్గరలో ఉన్న ఓ మహా గెలాక్సీ పేరు **ఆండ్రోమెడా**



**ఆండ్రోమెడా గెలాక్సీ- సూమారు ట్రిలియన్ తారలు గల మహా గెలాక్సీ**

(Andromeda). నిర్మలమైన చీకటి ఆకాశంలో చూస్తే ఈ ఆండ్రోమెడా అతి పలుచని కాంతి గల చిన్న మచ్చలా కనిపిస్తుంది. కాని ఇది సుమారు ట్రిలియన్ (1 పక్కన 12 సున్నాలు) తారలు గల బృహద్ గెలాక్సీ అని ఆధునిక టెలిస్కోప్‌ల సహాయంతో పరిశీలించగా తెలిసొచ్చింది.

అందుచేత మరింత మేలైన సాంకేతిక పరిజ్ఞానం వల్ల ఆధునిక ఖగోళ విజ్ఞానం ఎంతో ఎదిగింది.

విశ్వం పట్ల ఆధునికుల అవగాహనకు, ప్రాచీనుల అవగాహనకు మరో ముఖ్యమైన తేడా ఉంది. విశ్వ చలనాలను శాసించే భౌతిక ధర్మాల పట్ల అవగాహనలో ఆ తేడా ఉంది. ప్రాచీనులు గ్రహ గతులను ఖచ్చితంగా లెక్కించగలిగారే కానీ ఆ గ్రహ చలనాలను శాసించే 'బలాల' గురించి , ఆ బలాలను పాలించే ధర్మాల గురించి వారికి పెద్దగా తెలియదు. ఆధునిక భౌతిక శాస్త్ర చరిత్ర అన్నప్పుడు నాలుగొందల యేళ్ల క్రితం యూరప్‌లో పుట్టిన భావ స్రవంతి యొక్క చరిత్ర గురించి ప్రస్తావిస్తున్నాం. ఆ స్రవంతికి మూలంలో ఉన్న వాడు గెలీలియో. గెలీలియోతో మొదలైన భావ స్రవంతికి బలమైన గణిత పునాదులు వేసి ఒక సుస్థిర రూపాన్ని ఇచ్చినవాడు ఐసాక్ న్యూటన్. న్యూటన్ అందించిన విశ్వ దర్శనాన్ని మరో ఎత్తుకి తీసుకెళ్లినవాడు ఆల్బర్ట్ ఐన్‌స్టయిన్.

ఆ విధంగా విశ్వాన్ని క్షుణ్ణంగా, ఎంతో లోతుగా పరిశీలించగల ఆధునాతన సాంకేతిక పరిజ్ఞానం, అలా సేకరించిన విశేషాలను తీరుగా ఇముడ్చుకోగల గణిత,

సైద్ధాంతిక భావజాలం– ఆ రెండు శక్తులూ ఆధునిక ఖగోళ విజ్ఞానాన్ని అద్భుతంగా రూపొందించాయి.

అయితే ఆధునిక ఖగోళ దర్శనం గురించి చెప్పుకునే ముందు మనం కథలో కాస్త వెనక్కు వెళదాం. ప్రాచీనుల స్థానంలో మనల్ని మనం ఊహించుకుందాం. అలాంటి స్థితిలో ఖగోళాన్ని పరిశీలించడానికి ఆధునిక పరికరాలేవీ లేవు. ఉన్నది కేవలం కోణాలూ, కాలాన్ని అంతో ఇంతో ఖచ్చితంగా కొలవగల పరిజ్ఞానం మాత్రమే. ఫలానా తార ఎప్పుడు ఉదయించింది? ఫలానా చంద్ర గ్రహణం ఎప్పుడు వచ్చింది? రేపు వేగు చుక్క ఎక్కడ, ఎప్పుడు ఉదయిస్తుంది? చంద్రుడికి, ఫలానా తారకు మధ్య కోణం ఎంత? ఇలాంటి సరళమైన ప్రశ్నలకు సమాధానాలు అందివ్వగల పరికరాలు తప్ప మరేమీ లేవు. అలాగే భౌతిక శాస్త్ర ధర్మాల గురించి తెలియదు. (తెలిసింది కాస్తే అయినా తప్పుల తడకగా ఉంది) **బలం** ఎలా పనిచేస్తుందో తెలియదు. **గురుత్వం** అనేది ఉందని కూడా తెలియదు. ఇక భూమిని వదలిపోలేని అశక్తత ఎలాగూ ఉంది కనుక భూమి నుండి మామూలు కంటికి ఎంత కనిపిస్తే అంతే పరిశోధించాడు ప్రాచీన ఖగోళవేత్త. అయితే కొండంత ఓపిక ఉంది. అపారమైన శ్రద్ధ ఉంది. ఉన్నంతలో విశ్వం గురించి తెలుసుకోవాలనే అంతులేని కుతూహలం ఉంది. ఇలాంటి పరిస్థితుల్లో ఖగోళాన్ని పరిశీలిస్తూ పోతే మనకు ఏం కనిపిస్తుంది?

మన ఖగోళ పరిశీలనలో మొట్టమొదటగా చెప్పుకోవాల్సిన ఖగోళ వస్తువు సూర్యుడు. సూర్యుణ్ణి మనం ప్రత్యేకించి పరిశీలించాలని పరికరాలు పట్టుకుని బయలుదేరనక్కర్లేదు. మిట్టమధ్యాహ్న సమయంలో నిప్పులు చెరుగుతూ లోకాన్ని కుతకుతలాడించే సూర్యుడు తనను తాను వద్దన్నా ప్రకటించుకుంటాడు. సూర్యుడి కాంతిలో పట్టపగలు ప్రపంచమంతా బట్టబయలవుతుంది. కనుక ఖగోళంలో మొట్టమొదట మనకు స్ఫుటంగా అనుభవమయ్యేది సూర్యుడు. ఈ సూర్యుడు రోజూ తూర్పున ఎక్కణ్ణుంచో ఊడిపడ్డట్టు పైకి లేస్తాడు. రోజు గడుస్తున్నకొద్దీ ఆకాశంలో పైపైకి అధిరోహిస్తాడు. సాయంత్రం పశ్చిమాన మునిగిపోతాడు. సూర్యుడు ఈ విధంగా ఆకాశంలో రోజూ ప్రయాణిస్తున్న సమయంలో సూర్యకాంతిలో కూడా తేడాలు కనిపిస్తాయి. సూర్యుడు తూర్పు వద్దనో, పశ్చిమం వద్దనో ఉన్నప్పుడు కాంతి కాస్త ఎర్రగానో, నారింజ రంగులోనో కనిపిస్తుంది. నడినెత్తి మీదకు వస్తున్న కొద్దీ ఆ కాంతి తెల్లబారుతుంది. పడమటి అంచులో సూర్యుడు అస్తమించాక లోకాన్ని చీకటి ఆవరిస్తుంది. రాత్రి మొదలవుతుంది. ఆ విధంగా ఆకాశంలో సూర్యుడి

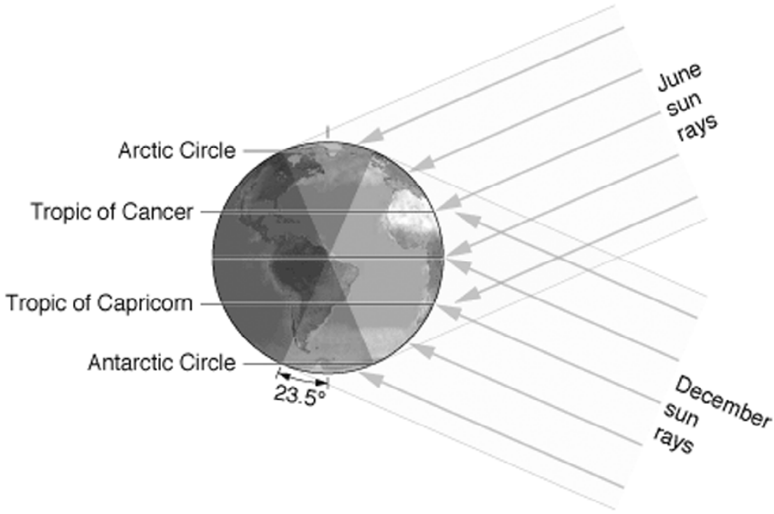
సంచారం వల్ల రాత్రీ పగలూ ఏర్పడడం సామాన్య అనుభవంలో కూడా మనం మొట్టమొదట గుర్తించగలిగే విషయం.

అయితే శాస్త్రవేత్త అయినవాడు సామాన్య అనుభవంతో ఆగిపోడు. లోకంలో ఏదైనా ఒక వ్యవహారాన్ని అర్థంచేసుకోదగ్గ శాస్త్రవేత్త ఆ వ్యవహారాన్ని ఊరికే కళ్లతో చూసి, విని అక్కడితో ఊరుకోడు. తను సామాన్యంగా అనుభవించేదాన్ని అందుబాటులో ఉన్న పరికరాలతో కొలుస్తాడు. అలా కొలిచిన విషయాలను అంకెలతో వ్యక్తంచేస్తాడు. ఆ అంకెల్లో వచ్చే సూక్ష్మమైన మార్పులను గుర్తిస్తాడు. ఆ మార్పులకు కారణాలను శోధిస్తాడు. అలా శోధించినప్పుడు ఆ వ్యవహారాన్ని శాసించే ధర్మాలేమిటో తెలుస్తాయి.

కాబట్టి శాస్త్రవేత్త అయినవాడు సూర్యుడు తూర్పున ఉదయిస్తాడు, పడమట అస్తమిస్తాడు అన్న ప్రాథమిక అనుభవంతో ఆగిపోడు. సరిగ్గా ఎప్పుడు ఉదయిస్తాడో, అస్తమిస్తాడో కొలుస్తాడు. ఎక్కడ ఉదయిస్తాడో, ఎక్కడ అస్తమిస్తాడో గమనిస్తాడు. ఆ విధంగా పగలు, రాత్రుళ్ల మధ్య వ్యవధి ఎంతో కొలుస్తాడు. పగళ్లన్నీ ఒక్కలా వుండవని, వేసవిలో పగళ్లు చలికాలంలో పగళ్లకన్నా కాస్త దీర్ఘంగా ఉంటాయని గుర్తిస్తాడు. కనుక సూర్యుడి సంచారానికి, భూమ్మీద రుతువులకు మధ్య సంబంధం ఉందేమోనని అనుమానిస్తాడు. ఉదాహరణకు విజయవాడలో జనవరి 1 నాటి పగటి కాలం 11.13 గంటలైతే జూలై 1 నాటి పగటి కాలం 12.88 గంటలవుతుంది. అంటే పగలూ, రాత్రీ వ్యవధులు రోజూ సరిగ్గా పన్నెండేసి గంటలు ఉండవన్నమాట. అలాగే ఒకే ప్రాంతాన్ని తీసుకున్నా అక్కడ రోజూ సూర్యుడు ఉదయించి, అస్తమించే స్థానాల్లో నానాటికీ కాస్తంత మార్పు ఉంటుంది. ఒకే ప్రాంతంలో కూడా ఏడాది పొడవునా గమనిస్తే సూర్యుడు ఒక్కొక్క నెలలో ఒక్కొక్క చోటు నుండి ఉదయించడం కనిపిస్తుంది.




**సూర్యుడు ఒక్కొక్క రోజు ఒక్కొక్క చోటు నుండి ఉదయించడం కనిపిస్తుంది.**




అలాగే సూర్యుడు మధ్యాహ్నంపూట నడినెత్తికి చేరుతాడంటాం. కాని నిజానికి ఖచ్చితంగా నడినెత్తికి చేరడు. సూర్యుడు గరిష్టమైన ఎత్తులో ఉన్నప్పుడు కూడా భూమీ్మద ప్రతిచోటా ఖచ్చితంగా నడినెత్తిన ఉండదు. అంటే సూర్య కిరణాలు ఆ సమయంలో భూమీ్మద ఖచ్చితంగా లంబంగా పడవు. అసలు లంబానికి, ఆ గరిష్ట ఎత్తులో ఎండే సూర్యుడి కిరణాలకు మధ్య చిన్న కోణం ఉంటుంది. ఉత్తర గోళార్థంలో 23.5 North డిగ్రీల రేఖాంశ రేఖ (Latitude) వద్ద జూన్ నెలలో మిట్టమధ్యాహ్న సమయంలో సూర్యకిరణాలు ఇంచుమించు లంబంగా భూమీ్మద పడతాయి. అలాగే దక్షిణ గోళార్థంలో 23.5 South డిగ్రీల రేఖాంశ రేఖ (Latitude) వద్ద డిసెంబర్ నెలలో మిట్టమధ్యాహ్న సమయంలో సూర్య కిరణాలు సరిగ్గా లంబంగా పడతాయి. (చిత్రం చూడండి) ధ్రువాల వద్ద సూర్య కిరణాలు ఎప్పుడూ బాగా ఏటవాలుగానే పడతాయి.

అందుచేత ఖగోళంలో మనకు సుపరిచితమైన సూర్యుణ్ణి తీసుకున్నా మామూలు దృష్టిలో పదే పదే పగలు, రాత్రి కలిగించే భానుమూర్తి కదలికల్లో కూడా సూక్ష్మంగా చూస్తే చెప్పలేని వైవిధ్యం కనిపిస్తుంది. ఈ వైవిధ్యానికి కారణాలేమిటి? మన ప్రాచీనులు ఈ వైవిధ్యాన్ని బాగా గుర్తించారు. ఆ వైవిధ్యాన్ని వర్ణించడానికి ఎంతో గణితాన్ని కూడా రూపొందించారు.

సూర్యుడి తర్వాత మనకు బాగా సుపరిచితమైన, సుప్రియమైన ఖగోళ వస్తువు

చందమామ. ఏడ్చే పసిపిల్లలకు తల్లులు చందమామను చూపించి గోరుముద్దలు తినిపించడం మన సమాజంలో ఆచారం కనుక పసిపిల్లలకు కూడా చందమామ గురించి తెలుసు. సూర్యుడి ప్రచండ తేజం వల్ల నేరుగా కళ్లతో చూడడం వీలుపడదు కనుక సూర్య తేజంలో, రూపురేఖల్లో వచ్చే సూక్ష్మమైన మార్పులు కనిపెట్టడం సాధారణంగా సాధ్యంకాదు. కాని పూర్ణ చంద్రుడు, అర్థ చంద్రుడు, చంద్రరేఖ, అమావాస్య చంద్రుడు – ఇలా చంద్రుడి రూపురేఖల్లో వచ్చే మార్పులు స్పష్టంగా కనిపిస్తాయి. పూర్ణ చంద్రుడు కనిపించే పున్నమికి, పున్నమికీ మధ్య సుమారు 28 రోజుల వ్యవధి ఉంటుందని కూడా సులభంగా గుర్తించొచ్చు. చందమామ విషయంలో సామాన్య అనుభవం మామూలుగా ఇక్కడితో ఆగిపోతుంది.

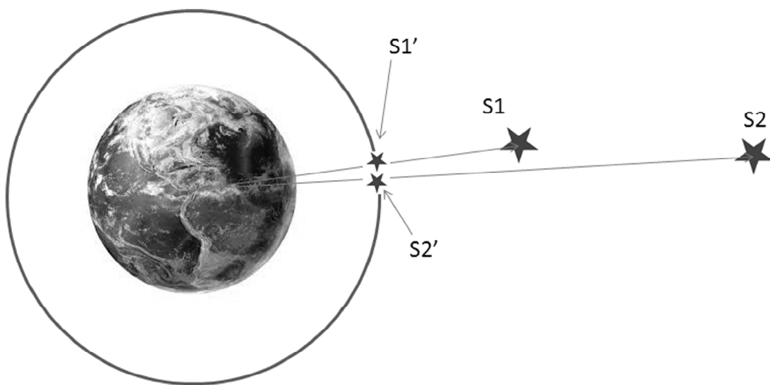
కాని చంద్రుడి 'కళలను' (చంద్రుడి రూపురేఖల్లో వచ్చే మార్పులను) కాస్త సూక్ష్మంగా గమనిస్తే ముఖ్యంగా సూర్యుణ్ణి బట్టి చంద్రుడి స్థానానికి, చంద్ర కళలకు మధ్య ఆసక్తికరమైన సంబంధం ఉన్నట్లు గమనించొచ్చు. చంద్రుడు కూడా సూర్యుడిలాగానే తూర్పున ఉదయించి పడమరన అస్తమిస్తాడు. సూర్యుడు అస్తమించగానే అస్తమించిన చోటుకు దరిదాపుల్లో చందమామ కనిపిస్తే ఆ చందమామ సన్నని చంద్రరేఖలా కనిపిస్తాడు. సూర్యుడు అస్తమించిన కాసేపట్లోనే ఇంచుమించు అదేచోట చంద్రరేఖలా ఉండే చందమామ కూడా అస్తమిస్తాడు. మర్నాడు అలాగే అస్తమయం సమయంలో చందమామను చూస్తే సూర్యుడికి మరికాస్త దూరంలో



వున్నట్టు కనిపిస్తాడు. ఆ దశలో చంద్రరేఖ మరికాస్త మందం అవుతుంది. కిందటి రోజుకన్నా చందమామ కాస్త ఆలస్యంగా అస్తమిస్తాడు. ఆ విధంగా నానాటికీ చంద్రరేఖ మందం కావడం, సూర్యుడి కన్నా ఇంకా ఇంకా ఆలస్యంగా అస్తమించడం కనిపిస్తుంది. అలా ఓ వారం గడిచాక అర్ధచంద్రుడు కనిపిస్తాడు.

అలా మరో వారం పోయాక చందమామ పూర్ణచంద్రుడు అవుతాడు. ఇప్పుడు సూర్యుడు పడమరలో అస్తమిస్తున్నప్పుడు పూర్ణచంద్రుడు తూర్పున ఉదయించడం కనిపిస్తుంది. అలాగే సూర్యుడు ఉదయిస్తున్నప్పుడు పూర్ణచంద్రుడు అస్తమించడం కనిపిస్తుంది. అప్పటినుంచి చందమామ సూర్యుణ్ణి అవతలి దిశలో వెంటాడడం కనిపిస్తుంది. సూర్యుడికన్నా ముందే ఉదయిస్తూ పగలు ఉండగా అస్తమించడం కనిపిస్తుంది. ఈ క్రమంలో పూర్ణచంద్రుడు నానాటికీ సన్నగిల్లడం కనిపిస్తుంది. ఒక వారం తర్వాత పూర్ణచంద్రుడు అర్ధచంద్రుడు అవుతాడు. మరో వారం తర్వాత ఆ అర్ధచంద్రుడు మళ్లీ సన్నని చంద్రరేఖగా మారతాడు. ఆ విధంగా ఆ చంద్ర కళలు పదే పదే ఆవృతమవుతాయి. చంద్రకళల ఆధారంగా వారాల, మాసాల పరంగా కాలాన్ని కొలవడానికి వీలవుతోంది.

సూర్యచంద్రుల తర్వాత ఆకాశంలో ముఖ్యంగా చెప్పుకోదగ్గవి తారలు. చీకటి ఆకాశంలో మిణుకు మిణుకుమని మెరిసి మనల్ని మురిపిస్తాయి. తారలు సౌందర్యానికి చిహ్నం. గొప్ప రూపలావణ్యాలు గల సినిమా నటులను 'తారలు' అని పిలిచేది అందుకే. సూక్ష్మంగా ఉంటాయి కనుక సామాన్యంగా గుర్తించంకానీ తారలు కూడా సూర్యచంద్రులలాగానే తూర్పున ఉదయిస్తాయి, పడమర అస్తమిస్తాయి. తారలన్నీ కలసికట్టుగా ఉదయిస్తూ, అస్తమిస్తూ ఉంటాయి కనుక అవన్నీ ఓ అదృశ్య గాజుగోళంలో వజ్రాల్లా పొదగబడి ఉన్నాయనుకున్నారు ప్రాచీనులు. గోళం తిరుగుతూ ఉంటే దాని మీద పొదగబడ్డ తారలు రంగులరాట్నంలోని గుర్రాల్లా దానితోపాటు తిరుగుతుంటాయని అనుకునేవారు. తారలు అన్నీ ఉండే సీమ ఒక విధమైన గోళం అనే భావన మన సంస్కృతిలో కూడా ఉంది. అంతరిక్షానికి మరో పేరు **ఖగోళం**. 'ఖ' అనే శబ్దానికి ఆకాశం అన్న అర్థం ఉంది. ఖగోళం అంటే ఆకాశ గోళం అన్న మాట. మన చుట్టూ అన్ని పక్కలా విస్తరించి ఉన్నాయి. కనుక దాన్నొక గోళంలా వ్యవహరిస్తాంకానీ అక్కడ నిజంగా ఏ గోళమూ లేదని గుర్తుంచుకోవాలి. తారలు అన్నీ ఒకే గోళం మీద ఉన్నట్టుగా మన నుండి ఒకే దూరంలో లేవని, అవి మన నుండి విపరీతమైన దూరాల్లో ఉన్నాయని, అలాంటి దూరాలను మన ప్రాచీనులు




అసలు ఊహించి ఉండరని ప్రస్తుతం మనకు తెలుసు.

అందుచేత తారలను మనం చూసేటప్పుడు అవి ఏ దిశలో ఉన్నాయని గుర్తిస్తాంకానీ ఎంత దూరంలో ఉన్నాయన్నది పట్టించుకోం. అందుకే అక్కణ్ణుంచి చూడడానికి రెండు తారలు పక్కపక్కన ఉన్నట్టు ఉండొచ్చుకానీ నిజానికి అవి ఎంతో దూరంలో ఉంటాయి.

పైన చిత్రంలో రెండు తారలు (S1, S2 ) సూచించబడుతున్నాయి. వాటి అసలు స్థానాలు S1, S2 వద్ద ఉన్నాయి. అయితే 'ఖగోళం' మీద వాటి స్థానాలను S1', S2' వద్ద వ్యక్తంచెయ్యడం జరుగుతుంది. ఇప్పుడు రెండు తారల మధ్య దూరం ఎంత? అన్నప్పుడు భూమి నుండి (0 నుండి) చూసేవారికి S1', S2' ల మధ్య దూరం అనిపిస్తుంది. అంటే S1', S2' లను కలిపే చాపం యొక్క పొడవు అన్న మాట. కాని వాటి మధ్య అసలు దూరం S1, S2 ల మధ్య దూరం. అయితే S1', S2' ల మధ్య మనకు కనిపించేది నిజానికి దూరం కాదు. అదొక కోణం. తారల మధ్య దూరం S1', S2' ల మధ్య దూరం అని మనం అనుకుంటున్నప్పుడు మనం వాటి మధ్య 'దృగ్గోచర దూరం' (Apparent Distance) మాత్రమే గుర్తిస్తున్నాం. దాన్ని డిగ్రీల్లో కొలుస్తాం. 1/60 డిగ్రీ = 1 కోణీయ నిమిషం. 1/60 కోణీయ నిమిషం = 1 కోణీయ క్షణం. అందుచేత తారల మధ్య దూరాలను కోణాలతో, కోణీయ నిమిషాలతో, కోణీయ క్షణాలతో కొలుస్తారు. తారల మధ్యనేకాక ఎన్నో ఖగోళ వస్తువుల స్థానాలను, దూరాలను కూడా ఈ విధంగా కోణాలతోనే కొలుస్తారు. నిమిషాలు, క్షణాలు కాలానికి కొలమానాలు కదా? మరి కోణాన్ని వీటితో వ్యక్తంచెయ్యడమేమిటి? అని సందేహం కలుగుతుంది. అవునుకానీ, మరి ఏ కారణం

చేతనో కోణాన్ని కూడా అదే పరిభాషతో వ్యక్తంచెయ్యడం దురదృష్టకరం. అందుకే కాలాన్ని కొలిచే నిమిషాలకు, క్షణాలకు భిన్నంగా కోణాన్ని కొలిచే ఈ రాశులను కోణీయ నిమిషాలు అని, కోణీయ క్షణాలు అని వ్యవహరిద్దాం.

తారలు ఉదయించి, అస్తమించే తీరులో మరో ముఖ్యమైన విశేషం ఉంది. తారలన్నీ ఓ నల్లని గోళంలో పొదగబడి ఉన్నట్లు ఊహించుకోవచ్చని ఇందాక చెప్పుకున్నాం. మరి తిరిగే గోళానికి ఎప్పుడూ ఒక అక్షం ఉంటుంది కనుక ఆ అక్షం యొక్క కొసలకు అంటే ఆ గోళం యొక్క ధ్రువాలకు దగ్గరగా ఉండే తారలు అసలు కదలకుండా ఉండాలి. గోళం యొక్క మధ్యరేఖ మీద ఉన్న తారలు ఎక్కువ దూరాలు కదలాలి. భూమ్మీద నుండి చీకటి ఆకాశంలో తారల కదలికలను పరిశీలిస్తున్నప్పుడు ఈ సంగతిని స్పష్టంగా చూడొచ్చు. ఉత్తర ఆకాశంలో ఓ తార మిగతా తారలతోపాటు కదులుతున్నట్టు కనిపించదు. అదే **'ధ్రువతార'**. ఉత్తర ఆకాశంలో ఉంది కనుక దీన్ని **ఉత్తర తార** అని కూడా అంటారు. భూమ్మీద ఉత్తర గోళార్థం నుండి కనిపిస్తుందీ తార. 'ధ్రువంగా (అంటే స్థిరంగా) ఉంటుంది కనుక దానికి అలా పేరు పెట్టారు. ధ్రువతారకు దగ్గరగా ఉండే తారలు కదులుతాయి. కాని కాస్త తక్కువగా కదులు తాయి. ధ్రువ తారకు దూరమవుతున్నకొద్దీ తారలు మరింత దూరాలు కదులుతాయి. అలా ఉత్తర ధ్రువానికి దూరమవుతూ పోతే దక్షిణ ధ్రువాన్ని చేరుకోగలం.

ఆ విధంగా సూర్యుడు, చంద్రుడు, తారలు అన్నీ కలసికట్టుగా ఓ రంగులరాట్నం



**వృత్తాకార కక్ష్యల్లో కదులుతున్న తారలు. వాటిలో కదలకుండా ఉన్న తారే 'ధ్రువతార'**

మీద ఎక్కినట్లుగా రోజుకొకసారి భూమి చుట్టూ ప్రదక్షిణ చేస్తున్నట్టు అనిపిస్తుంది. రోజుకొకసారి జరిగే ఈ పరిభ్రమణాన్ని 'దైనిక చక్రం' లేదా 'దినచక్రం' (diurnal cycle) అంటారు. మొత్తం 'ఖ'గోళం అంతా మన చుట్టూ రోజుకొకసారి పరిభ్రమిస్తున్నట్టు కనిపిస్తుంది.

మొత్తం విశ్వమంతా భూమి చుట్టూ రోజుకొకసారి గిర్రున తిరుగుతోందని భావించే వారు మన పూర్వీకులు. అందుకే విశ్వంలో భూమికి ఏదో ప్రత్యేకమైన స్థానముందని అనుకునేవారు. భూమికి అది దేవుడిచ్చిన ప్రత్యేక హోదా అనుకునేవారు. రంగుల రాట్నం ఎక్కిన వారికి చుట్టూ ప్రపంచమంతా గిర్రున వెనక్కి తిరుగుతున్నట్టు అనిపిస్తుంది. అది దృశ్య భ్రాంతి మాత్రమే. అలాగే నిజానికి విశ్వం మన చుట్టూ తిరగదు. భూమి తన చుట్టూ తాను తిరగడం వల్ల ఈ 'దిన చక్రం' ఏర్పడుతోంది. ఈ సంగతి ప్రస్తుతం చిన్న పిల్లలకు కూడా తెలుసు. కాని భూమి స్థిరంగా ఉందని, విశ్వమే భూమి చుట్టూ తిరుగుతోందన్న అహంకారంతో కూడిన అపోహ కొన్ని సహస్రాబ్దాల పాటు మనిషి మనస్సును ఆక్రమించింది.

సూర్యచంద్రులు, తారలు అన్నీ 'కలసికట్టుగా' ఓ గోళం మీద పొదిగినట్టు తిరుగుతుంటాయని పైన చెప్పుకున్నాంకానీ ఇక్కడ మరో సూక్ష్మం ఉంది. జాగ్రత్తగా గమనిస్తే ఇవన్నీ ఒకదాన్నిబట్టి ఒకటి స్థానాలు మారకుండా తిరగవు. సూర్యచంద్రులు భూమి చుట్టూ తిరుగుతున్నట్టు కనిపించినా ఈ రెండింటి మధ్య స్థానం మారుతూ ఉంటుందని ఇందాక చెప్పుకున్నాం. అలాగే సూర్యుడికి, తారలకూ మధ్య కూడా నానాటికీ స్థానం మారుతుంది. ఉదాహరణకు ఒకరోజు సూర్యాస్తమయ సమయంలో పశ్చిమ ఆకాశంలో ఓ తార కనిపించిందనుకుందాం. మర్నాడు అదే సమయంలో ఆ తారను గమనిస్తే కాస్త కిందకు అంటే సూర్యుడికి మరింత దగ్గరగా కనిపిస్తుంది. మరికొన్ని సాయంత్రాల తర్వాత పూర్తిగా కనుమరుగవుతుంది. అలాగే సూర్యాస్తమయ సమయంలో తూర్పున బాగా కిందకు ఉన్నట్టు కనిపించిన తారలు కొన్నాళ్ల తర్వాత అదే సమయంలో గమనిస్తే ఆకాశంలో కాస్త పైకి లేచినట్టు కనిపిస్తాయి. ఆ విధంగా సూర్యోదయ సమయంలో ఏ తార ఉదయిస్తుందో గమనిస్తే రోజూ ఒకే తార ఉదయించదని తెలుస్తోంది. (నిజానికి ఆ సమయంలో ఏ తార ఉదయిస్తోంది అనేదాన్ని బట్టి ఆ సమయానికి ఆ తారతో ముడిపెడతారు) అంటే సూర్యుణ్ణిబట్టి తారల స్థానాలు కూడా (చంద్రుడి స్థానం మాదిరి) మారుతున్నాయన్నమాట. ఆ విధంగా సూర్యుడు తారలనుబట్టి జరుగుతూ జరుగుతూ సుమారు 365 1/4 రోజుల

తర్వాత మళ్లీ మొదటి తార వద్దకు వస్తాడు. దీన్నే మనం 'సంవత్సరం' అంటాం.

కాబట్టి తారలన్నీ 'కలసికట్టుగా' తిరుగుతున్నాయన్న మాట నిజమేకానీ తారలను బట్టి సూర్యచంద్రుల స్థానాలు మాత్రం సూక్ష్మంగా మారుతూ ఉంటాయని గుర్తించాలి. తారలనుబట్టి చంద్రుడు నానాటికీ తన స్థానాన్ని మార్చుకుంటూ సుమారు 27-28 రోజుల తర్వాత మళ్లీ మొదటి తార వద్దకు వస్తే తారలనుబట్టి సూర్యుడు నానాటికీ తన స్థానాన్ని మార్చుకుంటూ 365 1/4 రోజుల తర్వాత మళ్లీ మొదటి తార వద్దకు వస్తాడు.

సూర్య, చంద్ర, తారావళి ఇలా రోజూ మన చుట్టూ ఇంత సంక్లిష్టంగా తిరగడం తలచుకుంటూ ఉంటే మన తల తిరిగేటట్టు ఉంది. మరి సూర్యుడి చుట్టూ భూమి తిరుగుతోందని తెలియక, భూమి తన చుట్టూ తాను తిరుగుతోందని తెలియక, సూర్యుడికి, భూమికి కూడా తారలు అతి దూరంగా ఉన్నాయని తెలియకుండా కేవలం భూమి నుండి చూస్తూ వ్యవహారాన్ని వర్ణిస్తుంటే ఇలానే ఉంటుంది.

ఈ వ్యవహారాన్ని కాస్త సులభంగా అర్థంచేసుకోవడానికి ఓ చిన్న ఉదాహరణ తీసుకుందాం. మీరు ఓ వృత్తాకార స్టేడియం మధ్యలో ఉన్నారు. స్టేడియం చుట్టూ ఓ వృత్తాకారపు 'ట్రాక్' ఉంది. దాని మీద కొంతమంది పరిగెడుతున్నారు. వారిలో ఒకాయన కాస్త భారీ కాయంతో, నారింజ రంగు టీ-షర్టుతో పరిగెడుతున్నాడు. ఇతడి పేరు సూర్యం. అలాగే కాస్త పీలగా ఉన్నాయన పసుపు రంగు టీ-షర్టుతో పరిగెడుతున్నాడు. ఈయన పేరు చంద్రం. వీళ్లిద్దరూ కాకుండా కౌరవుల్లా ఓ వందమంది మెరిసే నీలం రంగు టీ-షర్ట్‌లతో పరిగెడుతున్నారు. ఈ నీలం శాల్తీల పేర్లు తెలియవుకానీ సరదాగా N1, N2, ..., N100 అని పెట్టుకుందాం. నీలం రంగు శాల్తీలు మాలలో పూసల్లా ట్రాక్ అంతా సమానంగా విస్తరించారు. వీళ్లందరూ (మొత్తం 102 మంది) ట్రాక్ మీద ఇంచుమించు సమాన వేగంతో నిమిషానికోసారి చక్కర్లు కొడుతున్నారు. నీలం శాల్తీలందరూ ఖచ్చితంగా ఒకే వేగంతో పరిగెడుతున్నారు. కాబట్టి వారి మధ్య దూరాల్లో మార్పు రాదు. కాని సూర్యంగారు, చంద్రంగారు కాస్త బద్ధకించి నెమ్మదిగా పరిగెడుతున్నారు. అందుచేత నీలం శాల్తీలనుబట్టి వీళ్ల స్థానాలు నెమ్మదిగా మారుతున్నాయి.

ఎలా మారుతున్నాయో తెలుసుకోవడానికి మీరు ట్రాక్ మీద ఒక చోట గీత గీశారు. దాన్ని 'మొదటి' గీత అనుకుందాం. పరుగెట్టేవాళ్లంతా ఒక చక్కరు కొట్టి మళ్లీ మొదటి గీత వద్దకు వచ్చేసరికి చంద్రం గారు నీలం శాల్తీలనుబట్టి కాస్త

వెనకబడి ఉన్నారు. మొదటి చక్కరు పూర్తయ్యాక చంద్రం గారు N1 దగ్గర వున్నారనుకుంటే రెండో చక్కరు పూర్తయ్యాక కాస్త వెనకబడి N4 దగ్గరకు వచ్చేశారు. అలా ఒక్కొక్క చక్కరుకు వెనకబడుతూ చివరికి 27 చక్కర్లు పూర్తయ్యాక మళ్లీ N1 తోపాటు మొదటి గీతను చేరుకున్నారు. ఇక సూర్యం గారి వేగం నీలం శాల్తీల కన్నా మరీ అంత తక్కువ కాదు. కాబట్టి ఆయన మొదటి చక్కరు తర్వాత N1 తో పాటు మొదటి గీత వద్దకు చేరుకుంటే మళ్లీ మూడో చక్కరు తర్వాత సుమారుగా N2తో పాటు మొదటి గీతను చేరుకుంటారు. అలా సుమారు 365 1/4 చక్కర్ల తర్వాత మళ్లీ N1 తోపాటు మొదటి గీత వద్ద చక్కరు పూర్తిచేస్తారు.

పైన ఇచ్చిన పోలికనుబట్టి ఎవరెవరో సులభంగా అర్థమవుతోంది. భూమి నుండి చూస్తున్నప్పుడు అంత సంక్లిష్టంగా కనిపించే చలనం, భూమి బయటకు వెళ్లి అంతరిక్షం నుండి భూమిని చూస్తున్నప్పుడు చాలా సరళంగా కనిపిస్తుంది. అదెలాగో అర్థం కావాలంటే పైన చెప్పుకున్న స్టేడియం వ్యవహారాన్ని కాస్త మార్చి నడిపిద్దాం.

ఈసారి కూడా మునుపట్లాగే ట్రాక్ మీద 102 మంది పరిగెడుతున్నారనుకుందాం. అయితే ఈసారి మాత్రం మధ్యలో నుంచుని చూస్తున్న మీరు ఉన్నచోటే నుంచుని నిమిషానికోసారి మీ అక్షం చుట్టూ  ప్రదక్షిణ (అందరూ తిరుగుతున్న దిశలోనే) చేస్తున్నారు. ఇప్పుడు నీలం శాల్తీలు కూడా సరిగా నిమిషానికోసారి ప్రదక్షిణ చేస్తున్నారు. కనుక వాళ్లంతా మీకు నిశ్చలంగా ఉన్నట్టు కనిపిస్తారు. (ఉన్నచోటే ఉండి కాళ్లు కదిలిస్తున్నట్లు కాస్త చిత్రంగా కనిపిస్తారు) మరి సూర్యం, చంద్రం గార్ల వేగం కాస్త తక్కువ కనుక వాళ్లు నెమ్మదిగా వెనక్కు నడుస్తున్నట్టు కనిపిస్తారు. చంద్రం గారు వెనక్కి కదులుతూ వేగంగా నీలం శాల్తీలను దాటుకుంటూ 27-28 నిమిషాల్లో మొదటి నీలం శాల్తీ వద్దకు రావడం కనిపిస్తుంది. అలాగే సూర్యంగారు కాస్త నెమ్మదిగా కదులుతూ 365 1/4 నిమిషాల్లో మళ్లీ మొదటి నీలం శాల్తీని చేరుకుంటారు.

స్థిరమైన తారలు అనే నేపథ్యం మీద సూర్య, చంద్రులు ఇంచుమించు పైన చెప్పుకున్న ఉపమానంలోలాగానే కదులుతారు.

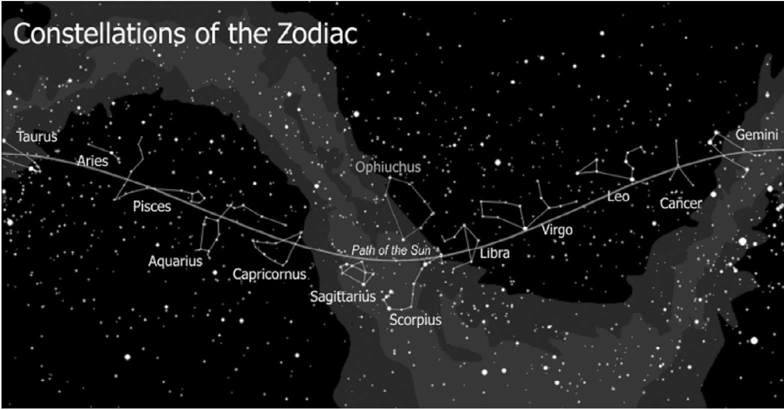
ఇప్పుడు సూర్యచంద్రులు ఏ తారల మీదగానైతే కదులుతున్నారో ఆ తారల గురించి కాస్త చెప్పుకోవాలి. సూర్యచంద్రులు వరస క్రమంలో కొన్ని తారలను దాటుకుంటూ కదులుతున్నట్లు ఇంతవరకూ చెప్పుకున్నాం. అయితే ఆకాశంలో తారలు అన్ని దిశల్లో విస్తరించి ఉన్నాయికానీ ఒక వరస క్రమంలో దండలో పూసల్లా లేవు

కదా? మరి వరసగా ఉన్న ఈ తారల క్రమం ఎక్కడుంది? దీనికి సమాధానం ఏమిటంటే తారలు అన్ని పక్కలా విస్తరించి ఉన్నా సూర్యచంద్రులు మాత్రం ఆకాశంలో అన్ని పక్కలా విస్తరించిన పచ్చని చేనులో సన్నని కాలిబాట మీద నడచినట్టు ఒక ప్రత్యేక బాట వెంటనే కదులుతాయి. ఆ బాట వెంట ఉండే కొన్ని తారలకు మాత్రం ప్రత్యేకంగా పేర్లు పెడుతూ ఆ తారలను సూర్య, చంద్ర స్థానాలను గుర్తుంచుకోవడానికి కొండ గుర్తుల్లా వాడుకోవడం జరుగుతుంది.

ఇందుకు మరో ఉపమానం. అడవిలో ఎన్నో చెట్లు అన్ని దిశలా విస్తరించి ఉంటాయి. మీరు అడవిలో ఒక కొస నుండి మరో కొసకు తరచూ నడచి వెళుతూ ఉంటారు. ఆ దారి వెంట ప్రత్యేకమైన కాలిబాట లేదు. తుప్పలు, పొదలు దాటుకుంటూ వెళ్లాలి. దారి తెలుసుకోవడం కోసం ఆ దారి వెంట ఉన్న చెట్లకు మీరు వరసగా పేర్లు పెడతారు. ఆ పేరు రాసిన బోర్డులు చెట్లకు తగిలిస్తారు. అప్పుడు ఆ దారి వెంబడి పోతున్నప్పుడు చెట్టు పేరునుబట్టి ఎక్కడున్నారో తెలిసిపోతుంది.

ఇలాగే ఆకాశంలో కనిపించే తారల కారడవిలో సూర్యచంద్రులు నడిచే ఓ సన్నని బాట ఉంది. ఆ బాటను **'తారా పథం'** అని పిలుచుకుందాం. ఇంగ్లీష్‌లో దీన్నే Zodiac అంటారు. ఇది **'జోడియాకస్'** అనే లాటిన్ పదం నుండి వచ్చింది. ఆ లాటిన్ పదం మళ్లీ **'జోడియాకోస్ కైక్లోస్'** అనే గ్రీకు పదం నుండి వచ్చింది. గ్రీకులో ఆ మాటలకర్థం 'జంతువుల వలయం'.

తారల మాలను **జంతువుల వలయం** అని పిలుచుకోవడం చిత్రంగా ఉండొచ్చు. ప్రాచీన కాలంలో ఏ తార ఏదో పోల్చుకోవడానికి తారలను చిన్న గుంపులుగా గుర్తిస్తూ ఆ గుంపుల్లో మనకు తెలిసిన సుపరిచితమైన ఆకారాలను ఆపాదించుకునేవారు. ఎక్కడైనా నాలుగు చుక్కలు కనిపిస్తే ఆ చుక్కలను కలుపుతూ ఓ ఊహా రేఖ గీసుకుని అలా పుట్టిన ఆకారం ఏ పిల్లిలాగానో, కుక్కలాగానో, మరేదో తెలిసిన వస్తువులాగానో ఉందనుకోవడం పరిపాటి. అలాగే ప్రాచీనులు తారల గుంపుల్లో పక్షులను, దున్నలను, ఎలుగుబంట్లను, కాస్త కళాపోషణ గలవారైతే అందమైన అతివలను, ఇలా ఎవరికి నచ్చిన ఆకారాలను వాళ్లు చూసుకుని మురిసిపోయారు. అలాగే ఈ తారాపథంలో కొన్ని తారల గుంపులను గుర్తించి వాటికి పేర్లు పెట్టారు. మొత్తం తారాపథాన్ని 30 డిగ్రీల వెడల్పు గల 12 (= 360/ 30) విభాగాలుగా విభజించారు. ఒక్కొక్క విభాగంలో కనిపించే తారల గుంపుకి ఒక ప్రత్యేకమైన పేరు పెట్టారు. అలా పుట్టినవే **తారా రాశులు.**




**తారా పథం మీద ఏడాది పొడవునా సూర్యుడి చలనం**

మన దేశంలో ఈ రాశులకు వరసగా **మేషం, వృషభం, మిధునం, కర్కాటకం, సింహం, కన్య, తుల, వృశ్చికం, ధనుస్సు, మకరం, కుంభం, మీనం** అని పేర్లు పెట్టారు. ఇంగ్లీష్‌లో ఇవే రాశులను వరసగా Aries (అంటే మేక), Taurus (దున్న), Gemini (కవలలు), Cancer (పీత), Leo (సింహం), Virgo (కన్య), Libra (త్రాసు), Scorpio (తేలు), Sagittarius (విలుకాడు), Capricorn (గొర్రె కొమ్ము), Aquarius (నీరు కలది), Pisces (చేప) అని పిలుస్తారు. ఈ రెండు రకాల పేర్లకు మధ్య చాలా దగ్గర సంబంధం ఉందని సులభంగా గుర్తించొచ్చు. ఈ రాశుల సహాయంతో సూర్యచంద్ర స్థానాలను నిర్దేశించొచ్చు. సూర్యుడు ప్రస్తుతం కర్కాటక రాశిలో ఉన్నాడనో, చంద్రుడు కన్యారాశిలో ఉన్నాడనో చెప్పుకుంటాం.

అలా తారారాశులనే మైలురాళ్లను దాటుకుంటూ ఠీవిగా తారాపథం మీద నడిచేది సూర్యచంద్రులు మాత్రమే కారు. వీళ్లిద్దరూ కాకుండా వీటితో పోల్చితే బాగా తక్కువ ప్రకాశంగల మరి ఐదుగురు కూడా ప్రాచీనుల కళ్లబడ్డారు. వీళ్లు చూడడానికి తారలలాగానే ఉంటారు. కాని తారలతో జట్టు కలియరు. నిశ్చలమైన తారా యవనిక మీద వీళ్లు నెమ్మదిగా కదులుతూ ఉంటారు. సూర్యచంద్రుల గమనంతో పోలిస్తే వీరి గమనం మరింత విచిత్రంగా ఉంటుంది. కాసేపు ముందుకు నడుస్తారు. మధ్యలో వెనక్కి మళ్లుతారు. మళ్లీ మనసు మార్చుకుని ముందుకు పోతారు. వీళ్ల గమనం ప్రాచీనులకు చాలా విస్మయం కలిగించింది. వీటికి గ్రహాలు అని పేరు పెట్టారు మనవాళ్లు. ఇంగ్లీష్‌లో వీటిని Planets అంటారు. ఇది Planere అనే గ్రీకు శబ్దం

నుండి వచ్చింది. దాని అర్థం **'సంచారం'**. అంటే ఒక చోట కాలునిలవక అటూ ఇటూ తారా పథం మీద హడావుడిగా నడిచేస్తూ కనిపించే సంచారకులు అన్నమాట.

తారా పథం మీద గ్రహాల నడక సూర్య, చంద్రుల నడకలా సరళంగా వుండదు. కాసేపు ముందుకీ, కాసేపు వెనక్కీ ఇలా గజిబిజి నడక ప్రదర్శిస్తాయి. గ్రహాల ఈ గజిబిజి నడక చూసి కొన్ని సహస్రాబ్దాలు ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు తికమకపడ్డారు. గజిబిజిగా, సంక్లిష్టమైన బాటలో కదిలే ఏ వస్తువైనా జీవం ఉన్న వస్తువులా కనిపిస్తుంది. అందుకని గ్రహాలు మనుషుల మనసుల్లో ఎంతో అబ్బురపాటు కలిగించేవి. ప్రాచీనులకు తెలిసినవి భూమి కాక మరి ఐదు గ్రహాలు. అవి మెర్క్యురీ, వీనస్, మార్స్, జ్యూపిటర్, సాటర్న్. ఇవే కంటికి కనిపిస్తాయి. ఇక తర్వాత వచ్చిన యురేనస్, నెప్ట్యూన్, ప్లూటోలు టెలిస్కోప్ ద్వారా కనుక్కోబడ్డవి. వీటిలో ప్లూటోని మొదట్లో గ్రహం అని ఒప్పుకున్నా తదనంతరం దాన్ని లఘు గ్రహం స్థాయికి దించేశారు.

గ్రహాల చిత్రవిచిత్ర కదలికలను చూసి అదిరిపోయిన మన పూర్వీకులు వాటిని దేవతల్లా కొలుచుకున్నారు. దేవతల పేర్లే పెట్టారు. మన దేశంలో సాంప్రదాయంగా 'నవ గ్రహాలు' అన్నప్పుడు ఇంగ్లీష్‌లో మనం చెప్పుకునే Nine Planets (ప్లూటో వెళ్లిపోయాక ఇప్పుడు అవి 8 ప్లానెట్స్ అనుకోండి) ఈ 'నవ గ్రహాలకు మధ్య చాలా తేడా ఉందని గుర్తుంచుకోవాలి. ఆ 'గ్రహాలు' వరసగా సూర్యుడు, చంద్రుడు, మంగళు డు, బుధుడు, బృహస్పతి, శుక్రుడు, శని, రాహువు, కేతువు. ఆధునిక గ్రహాలకు వీటికి మధ్య తేడా ఉంది. సూర్యచంద్రులు గ్రహాలు కావు. మంగళుడు (ఇతనికి మరో పేరు అంగారకుడు) ఆధునిక మార్స్ (Mars) తో సమానం. బుధుడు అంటే మెర్క్యురీ (Mercury) గ్రహం. దేవతల గురువైన బృహస్పతి పేరు గల గ్రహం ఆధునిక జ్యూపిటర్ (Jupiter) తో సమానం. రాక్షసుల గురువైన శుక్రుడి పేరు గల గ్రహం ఆధునిక వీనస్ (Venus), శని దేవుడి పేరు గల గ్రహం ఆధునిక సాటర్న్ (Saturn), ఇక రాహు, కేతువులు ఆధునిక గ్రహాల పట్టికలో రానేరావు.

ఆధునిక గ్రహాల పేర్లు గ్రీకు దేవతల పేర్ల నుండి వచ్చాయి. మెర్క్యురీ ఓ రోమన్ దేవత. ఇతడు దేవతల దూత. వేగంగా ఆకాశంలో కదలడం ఇతడి ప్రత్యేకత. నిజంగానే మెర్క్యురీ మరి ఆకాశంలో వేగంగా కదులుతుంది. వీనస్ గ్రీకుల సౌందర్య దేవత. గొప్ప ప్రకాశం కలిగి ఉంటుందని దానికి అలా పేరు పెట్టుకున్నారు. దీని సంస్కృతం పేరు శుక్రుడు. ఇతడు రాక్షసుల గురువు. 'శుక్ర' అంటే తెల్లదనం.

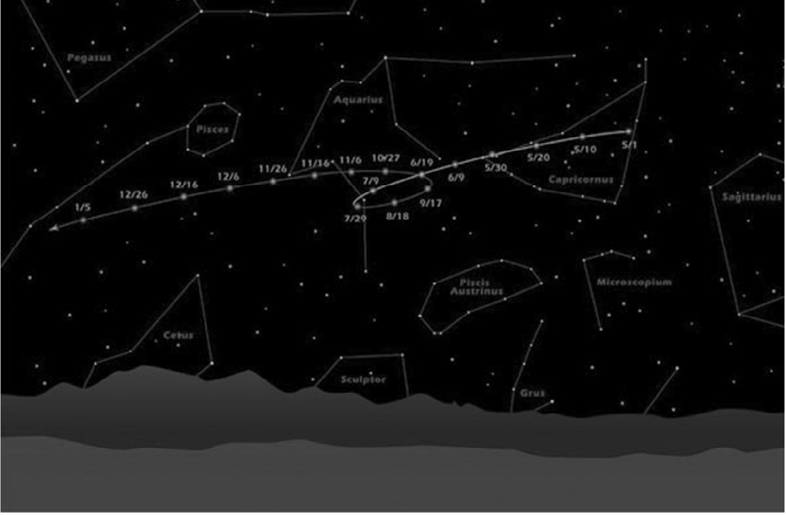
తెల్లని కాంతితో మెరుస్తూ ఉంటుందని దానికలా పేరు పెట్టారు. ఆ కారణం చేతనే ఈ గ్రహాన్ని మనం తెలుగులో **'వేగు చుక్క'** అని, **'పగటి చుక్క'** అని అంటాం. ఎందుకంటే ఇది ఎప్పుడూ సూర్యుడికి దగ్గరగా సూర్యోదయ సమయంలోనో, సూర్యాస్తమయ సమయంలోనో కనిపిస్తుంది. మెరుస్తూ ఉంటుందని అలా ముద్దు ముద్దుగా పేర్లు పెట్టుకున్నారు. కాని ఆ గ్రహం 500 డిగ్రీల సెల్సియస్ వద్ద రగిలిపోతూ సల్ఫ్యూరిక్ ఆసిడ్ వర్షాలతో, అతి దట్టమైన వాతావరణంతో భయంకరంగా ఉంటుందని పూర్వీకులకు తెలియదు పాపం!

ఇంగ్లీష్‌లో గ్రహాల పేర్ల జాబితాలో తర్వాత వచ్చేది భూమి, భూమి తర్వాత వచ్చేది మార్స్. ఇతగాడు రోమన్ల యుద్ధ దేవత. రక్తాన్ని తలపించేలా ఎర్రగా కనిపిస్తుంది. కనుక ఈ గ్రహానికి యుద్ధ దేవత పేరు పెట్టి ఉంటారు. తర్వాత వచ్చే జూపిటర్ దేవతల రాజు. జూపిటర్ గ్రహాలన్నింటిలోకి అతి పెద్దగా కనిపిస్తుంది కనుక పూర్వీకులు దాన్నొక రాజుగానో, దేవ గురువుగానో ఊహించుకుని ఉంటారు. ఇక సాటర్న్ రోమన్ల పాడిపంటల దేవత. తర్వాత వచ్చే యురేనస్ రోమన్ల ఆకాశ దేవత. నెప్ట్యూన్ రోమన్ల సముద్ర దేవత. లఘుగ్రహమైన ప్లూటోకి రోమన్ సంస్కృతిలో పాతాళానికి అధిష్ఠాన దేవత పేరు పెట్టారు. అంత దూరంలో చిన్నగా, కాంతి విహీనంగా ఉండే గ్రహం చిమ్మచీకటిగా పాతాళాన్ని తలపించేలా ఉంటుందని దానికి ప్లూటో అనే పేరు సూచించింది వెనీషియా బర్నీ అనే పదకొండేళ్ల పాప. ఆ పేరే చివరికి అలా నిలిచిపోయింది.

గ్రహాలన్నింటినీ పేరుపేరునా తలచుకోవడం పూర్తయ్యింది కనుక ఇక వాటి చలనం సంగతి చూద్దాం. మనకు దగ్గర్లో ఉండే మార్స్‌తో మొదలుపెడదాం. మార్స్ గ్రహం యొక్క గజిబిజి గమనం పదిహేనో శతాబ్ద కాలంలో పోలిష్ ఖగోళవేత్త కొపర్నికస్‌ని బాగా ఆకట్టుకుంది. మార్స్ గురించి ఆలోచిస్తుంటే ఓసారి ఆయన మనసులో ఓ గొప్ప ఆలోచన వచ్చింది. దాని సహాయంతో మార్స్ చలన రహస్యమే కాక అసలు గ్రహాల చలనాల్లోని రహస్యాలను ఇట్టే ఛేదించాడు కొపర్నికస్. ఈ ముచ్చట్లన్నీ కొపర్నికస్ కథను వర్ణించే అధ్యాయంలో విపులంగా చెప్పుకుందాం.

ఇటీవల కాలంలో ఆధునిక టెలిస్కోప్‌ల సహాయంతో పరిశీలించగా తారా పథం మీదగా కదిలిన మార్స్ చలనాన్ని ఈ కింది చిత్రంలో చూడొచ్చు. ఇది 2003లో చేసిన పరిశీలనల సారాంశం.

పై చిత్రంలో సరిగ్గా మధ్యలో కనిపిస్తున్న రేఖ మీద 2003లో వివిధ తేదీల




**2003లో తారా పథం మీద మార్స్ సంచారం**

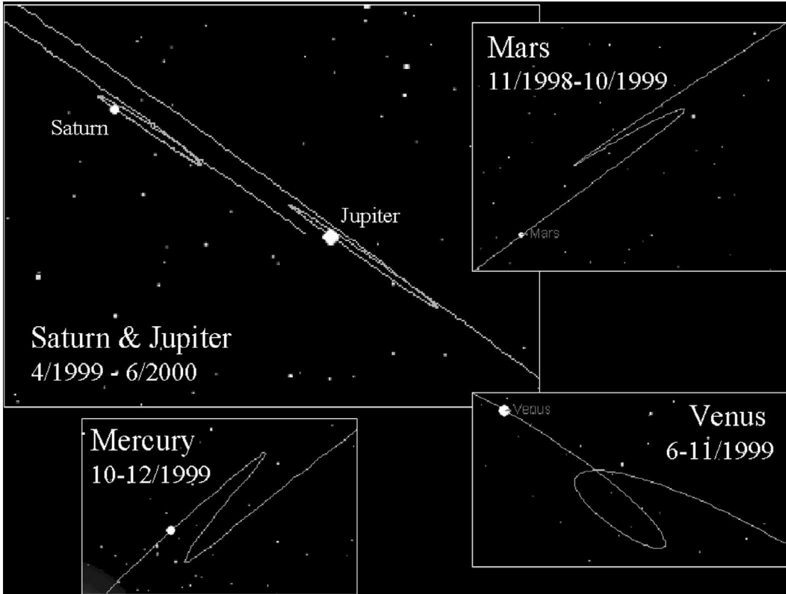
వద్ద మార్స్ స్థానాలు కనిపిస్తున్నాయి. ప్రత్యేకంగా ఆ యేడాది మే నెల నుండి డిసెంబర్ నెల వరకూ మార్స్ చలనంపైన కనిపిస్తోంది. ఈ నేపథ్యంలో Pisces, Aquarius, Capricornus, Sagittarius వంటి కొన్ని సుపరిచితమైన తారారాశు లు కనిపిస్తున్నాయి. 5/1 అంటే మే 1 నుండి, 5/30 అంటే మే 30 వరకూ మార్స్ కాప్రికార్న్ తారారాశిలో ఉంది. అలాగే 6/9 అంటే జూన్ 9 నుండి, 11/16 అంటే నవంబర్ 16 వరకూ అక్వేరియస్‌లో గడిపింది. కాని అక్వేరియస్ రాశిలో సూటిగా ముందుకు కదలక ఓ చుట్టు చుట్టినట్టు కనిపిస్తోంది. 7/29 అంటే జూలై 29 దగ్గర నుండి ఇంచుమించు 9/17 అంటే సెప్టెంబర్ 17 వరకూ వెనక్కు కదిలింది. గ్రహాలు ఇలా వెనక్కి కదలడాన్ని Retrograde Motion (**తిరోగమనం**) అంటారు. అయితే ప్రతి యేటా మార్స్ చలనం ఈ రకంగా ఉండదు. 2004లో మొత్తం ముందుకే నడిచింది. 2005లో మళ్లీ మార్స్ చలనంలో 'తిరోగమనం' కనిపించింది. కాని అది పై చిత్రంలో కనిపించిన విధంగా చుట్టు చుట్టినట్టు ఉండదు. ముందుకీ, మళ్లీ వెనక్కీ, మళ్లీ ముందుకీ ఇలా 'S' ఆకారంలో ఉంటుంది దాని గమనం.

అలాగే భూమి నుండి చూస్తున్నప్పుడు కనిపించే మరికొన్ని గ్రహాల చలనాలను కింది చిత్రంలో చూడొచ్చు.

పై చిత్రాన్నిబట్టి మనకు తెలిసింది ఏమిటంటే ఒక్క మార్స్ మాత్రమే కాదు,

భూమి నుండి చూస్తున్నప్పుడు గ్రహాలన్నింటి చలనం అలాగే సంక్లిష్టంగా, గజిబిజిగా కనిపిస్తుంది. ఇంత గజిబిజి నడకను అర్థంచేసుకోవడం ఎలా? ఏ గ్రహం ఎప్పుడు, ఎక్కడ ఉంటుందో నిర్ణయించడం ఎలా? సైన్స్‌లో ఒక వ్యవస్థను మనం అర్థంచేసుకున్నప్పుడు అది ఎలా ప్రవర్తిస్తుందో ముందే చెప్పగలగాలి. ఉదాహరణకు రాత్రి పగలు ఎలా పనిచేస్తాయో మనకు అర్థమయ్యిందంటే మళ్లీ ఎప్పుడు చీకటి పడుతుందో ముందే చెప్పగలగాలి. రాత్రీ పగలు సూర్యుడి కదలికల వల్ల (భూమి నుండి చూస్తున్నప్పుడు) ఏర్పడుతుంది అనుకున్నాం కనుక సూర్యుడు చక్కగా వృత్తాకారంలో 24 గంటలకు ఒకసారి భూమి చుట్టూ తిరుగుతున్నట్లు కనిపిస్తున్నాడు కనుక రాత్రీ పగలు ఎప్పుడు వస్తాయో చెప్పొచ్చు. కాని ఇంత గజిబిజిగా కదిలే గ్రహాలు ఎప్పుడు, ఎక్కడ ఉంటాయో నిర్ణయించడం ఎలా?

గ్రహాలు ఎప్పుడు, ఎక్కడ ఉంటాయో చెప్పడం కష్టంకానీ ఒక్కటి మాత్రం సులభంగా గుర్తుపట్టగలిగారు మన ప్రాచీనులు. ఎంత గజిబిజిగా కదిలినా కొన్నేళ్లకొకసారి (లేదా కొన్ని రోజులకొకసారి) ప్రతి గ్రహం మళ్లీ మొదటి చోటుకే వస్తుంది. గ్రహ చలనాలు కూడా సూర్య, చంద్రుల చలనాలలాగానే చక్రికంగా




**భూమి నుండి కనిపించే గ్రహాల గజిబిజి నడక**

జరుగుతాయి. ఉదాహరణకు మెర్క్యురీ 88 రోజులకొకసారి అవే తారల పరిసరాల్లోకి వచ్చి చేరుతుంది. వీనస్ 225 రోజులకొకసారి, మార్స్ రెండేళ్లకొకసారి, జూపిటర్ పన్నెండేళ్లకొకసారి, సాటర్న్ సుమారు 30 యేళ్లకొకసారి చాలా జటిలమైన బాట వెంట నడుస్తూ తిరిగి మొదటికే వచ్చి చేరుతాయి.

ఖచ్చితమైన ఆవృత్తితో పదే పదే జరిగే ఏ చలనం కనిపించినా అందులో వెంటనే ఓ ప్రయోజనం తీర్చుకోవడానికి ప్రయత్నించేవారు మన పూర్వీకులు. అలాంటి చలనాలతో కాలాన్ని కొలవవచ్చు. అటూ ఇటూ టక్కు టిక్కుమని ఊయలలా ఊగే **లోలకం** (Pendulum)తో మనం గడియారం చేసుకుంటాం. అలాగే 24 గంటలకొకసారి మన చుట్టూ తిరిగే సూర్యుడితో మనం రోజును నిర్వచిస్తాం. ఆ వ్యవధిని 24 సమ భాగాలుగా చేసి గంటలను నిర్వచిస్తాం. గంటలను మళ్లీ 60 భాగాలు చేసి నిమిషాలను, నిమిషాన్ని మళ్లీ 60 భాగాలు చేసి క్షణాలను నిర్వచించుకుంటాం.

సూర్యుడి చలనం తర్వాత మనకు ప్రస్ఫుటంగా కనిపించే చందమామ చలనం తీసుకుంటే చందమామ సుమారు 28 రోజులకొకసారి తారా పథం మీద తన యాత్ర పూర్తిచేస్తుందని తెలుసుకున్న పూర్వీకులు చందమామ ఆధారంగా మాసం అనే వ్యవధిని నిర్వచించారు. అలాగే తారా పథం మీద 365 1/4 రోజులకొకసారి సూర్యుడి యాత్ర మళ్లీ మొదటికి వస్తుంది కనుక ఆ వ్యవధితో సంవత్సరాన్ని నిర్వచించారు.

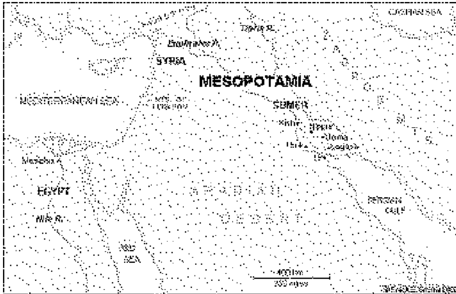
ఆ విధంగా భూమి నుండి ఖగోళాన్ని చూస్తూ ఊరికే పైపైన చూడకుండా ఆ కనిపించే దృశ్యాల మీద నిశితంగా కొలతలు తీసుకుంటూ ఒక విధమైన ఖగోళ శాస్త్రాన్ని సృష్టించవచ్చు. ప్రాచీనులకు తెలిసిన ఖగోళ శాస్త్రం ఆ కోవకు చెందినదే. భూమి నుండి చూస్తున్నప్పుడు తక్కిన విశ్వమంతా భూమి చుట్టూ తిరుగుతున్నట్టు ఉంటుంది కనుక అలాంటి వ్యవస్థనే వాస్తవంగా స్వీకరించి సూర్యచంద్రులు మొదలైన ఖగోళ వస్తువుల చలనాలను ఖచ్చితంగా కొలవవచ్చు. ఆ చలనాలను ఖచ్చితంగా గణితాన్ని వాడి నిర్ణయించవచ్చు. ఇక అందులో ఖగోళాన్ని శాసించే భౌతిక ధర్మాల ప్రసక్తిరాదు. ఫలానా గ్రహం ఫలానా తీరులో కదులుతోంది అన్నమాటేగానీ అలా ఎందుకు కదులుతోంది అన్నమాట రాదు. విశాల విశ్వమంతా భూమి చుట్టూ తిరగడం అనే భావన ఆ ఖగోళశాస్త్రంలో హాస్యాస్పదంగా కనిపించలేదు. ఈ రకమైన ఖగోళ శాస్త్రం కొన్ని సహస్రాబ్దాలపాటు నిలిచింది.

ఇంచుమించు ఐదొందల యేళ్లక్రితం వరకూ కూడా ఈ రకమైన ఖగోళ శాస్త్రమే రాజ్యమేలింది. అయితే పదిహేనో శతాబ్దంలో కొపర్నికస్ ప్రవేశంతో కథ మలుపు తిరిగింది. అలా మలుపు తిరిగిన కథ న్యూటన్ రాకతో పతాక సన్నివేశాన్ని చేరుకుంది. అయితే ఈ కొత్త ఖగోళ శాస్త్ర కథను కొపర్నికస్‌తో మొదలుపెట్టకుండా ఇంకా వెనక్కు వెళ్లి ప్రాచీన గ్రీకుల దగ్గర నుండి మొదలుపెడదాం. నాలుగైదొందల యేళ్ల క్రితం యూరప్‌లో ఆవిర్భవించిన ఆధునిక భౌతిక శాస్త్రానికి వేళ్లు ప్రాచీన గ్రీస్‌లో ఉన్నాయి. కనుక ఎన్నో ప్రాచీన సంస్కృతుల్లో ఖగోళశాస్త్రం ఉన్నా కూడా ప్రాచీన గ్రీకుల ఖగోళశాస్త్రం ఒక విధంగా అంతో ఇంతో ప్రత్యక్షంగా యూరప్‌లో పుట్టిన ఖగోళ శాస్త్ర విప్లవానికి దారితీసింది. అందుకే కిందటి అధ్యాయంలో ప్రాచీన గ్రీకుల ప్రస్తావన తేలేదు. ఆ అంశానికి ఓ పూర్తి అధ్యాయాన్ని కేటాయిస్తున్నాం. కనుక మన ఖగోళశాస్త్రం కథను ప్రాచీన గ్రీకులతో వచ్చే అధ్యాయంలో మొదలుపెడదాం.

# 4. ప్రాచీన గ్రీకులు చూసిన ఖగోళం

పాశ్చాత్య సంస్కృతిలో ఖగోళ శాస్త్రానికి మూలకర్తలు ప్రాచీన గ్రీకులు అని అంటారు. ఖగోళశాస్త్రంలో గ్రీకులు సాధించిన ప్రగతికి వేళ్లు అంతకన్నా ప్రాచీనమైన **మెసొపొటేమియన్** సంస్కృతిలో ఉండొచ్చు. పది వేల యేళ్లక్రితం ప్రస్తుతం మనం ఇరాక్ అని పిలిచే దేశంలో **టిగ్రిస్, యుఫ్రేటిస్** నదుల మధ్యప్రదేశంలో వెలసిన మెసొపొటేమియన్ సంస్కృతిలో ఎన్నో ఖగోళశాస్త్ర భావాలు చెలామణిలో ఉండేవి. ఇక్కడ వెలసిన నాగరికతల్లో అత్యంత ప్రాచీనమైన నాగరికత సుమర్ (Sumer) అనే ప్రాంతానికి చెందినది కావడంతో దానికి **సుమేరియన్** నాగరికత అని పేరొచ్చింది. సుమేరియన్ నాగరికత తర్వాత ఆ ఇరుగుపొరుగు ప్రాంతాల్లోనే వెలసిన **అసీరియన్, బాబిలోనియన్** నాగరికతలు సుమేరియన్ సాంప్రదాయాలను కొనసాగించాయి.

ఎన్నో ప్రాచీన సంస్కృతుల్లో కనిపించే ఒక ఒరవడి – భూమి మీద జరిగే సంఘటనలకు ఖగోళంలో జరిగే సంఘటనలతో ముడిపెట్టడం. ఇది ప్రాచీన మెసొపొటామియన్ నాగరికతల్లో కూడా కనిపిస్తుంది. ఖగోళంలో కనిపించే మార్పులకు నిగూఢమైన ఆధ్యాత్మిక అంతరార్థాన్ని ఆపాదించేవారు. గుళ్లో పూజలు చేసే పురోహితులే

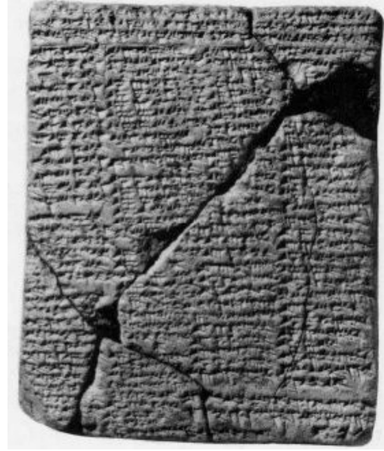



ఆ రోజుల్లో ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలుగా కూడా వ్యవహరించేవారు. వీళ్లు గ్రహ స్థానాలు పరిశీలించి ఎప్పుడు ఏమి జరుగుతుందో జోస్యం చెప్పేవాళ్లు. అయితే చెప్పిన జోస్యం నిజంగా జరిగిందా, లేదా అనే విమర్శనాత్మక దృష్టి ఉండేదికాదు.

సుమేరియన్ల నుండి వారసత్వంగా వచ్చిన ఎన్నో ఖగోళ విషయాలు, పదజాలం ఇప్పటికీ చెలామణిలో ఉన్నాయి. **లియో, టారస్, స్కార్పియో, జెమినీ, సాజిటేరియస్** మొదలైన తారారాశుల గురించి సుమేరియన్లకు, ఆ తర్వాత వచ్చిన బాబిలోనియన్లకు కూడా బాగా తెలుసు. పన్నెండు తారారాశులతో కూడుకున్న తారాపథం లేదా జోడియాక్ మీదగా సూర్య, చంద్రులు, గ్రహాలు ఎలా సంచరిస్తాయి అనే విషయంలో

వారికి క్షుణ్ణమైన పరిజ్ఞానం ఉండేది.

బాబిలోనియన్లకు ఓ అమూల్యమైన ఆచారం ఉండేది. దైనిక, ఆర్థిక వ్యవహారాలకు సంబంధించిన వివరాలను వాళ్లు మట్టి పలకల మీద రాసి భద్రపర్చుకునేవారు. ఈ పలకలను **క్యూనీఫార్మ్ ఫలకాలు** (Cuneiform Tablets) అంటారు. ఈ ఫలకాల మీద ఆర్థిక వ్యవహారాలే కాక వైజ్ఞానిక విషయాలు కూడా ఉండేవి. ఉదాహరణకు ఈ కింది చిత్రంలో కనిపించే



**బాబిలోనియన్ల 'వీనస్ పలక'**

ఫలకం పేరు **'వీనస్ పలక'**. దీన్ని **'అమ్మిజాడుగా'** (King Ammizaduga) అనే రాజుకి ఆపాదిస్తారు. వీనస్ గ్రహం యేడాదిలో కొంతకాలం సూర్యోదయ సమయంలోనూ, కొంతకాలం సూర్యాస్తమయ సమయం లోనూ కనిపిస్తుంది. సూర్యోదయ సమయంలో కనిపిస్తే దాన్ని పగటి చుక్క అంటాం, సూర్యాస్తమయ సమయంలో కనిపిస్తే దాన్ని వేగు చుక్క అంటాం. వీనస్ గ్రహం ఎప్పుడు పగటి చుక్కగా ఉంటుంది, ఎప్పుడు వేగు చుక్కగా ఉంటుందన్న విషయం ఈ వీనస్ ఫలకంలో వర్ణించబడింది. ఇటీవలి కాలంలో కంప్యూటర్ల సహాయంతో చేసిన విశ్లేషణలను బట్టి ఈ ఫలకం క్రీ.పూ. 1581కి చెందింది కావచ్చునని శాస్త్రవేత్తలు నిర్ణయించారు.

ఖగోళశాస్త్రంలో అలాంటి వారసత్వాన్ని పుణికి పుచ్చుకున్న ప్రాచీన గ్రీకులు మరింత ముందుకు వెళ్లారు. ప్రాచీన సంస్కృతుల్లో ఎన్నో ఖగోళ విషయాలు తెలిసినా ఖగోళ సంఘటనలను కదిలించే శక్తుల గురించి వారికి సరైన అవగాహన వుండేదికాదు. ఖగోళ సంఘటనలు అన్నీ దేవతల ఆధీనంలో ఉన్నాయని భావించేవారు. గ్రీకులకు ఇలాంటి దేవతలు కుప్పలు తెప్పలుగా ఉన్నారు. ఉదాహరణకు **ఏంథియా** పూలకు, పూమాలలకు అధిష్ఠాన దేవత, **మెలియా** తేనెకి దేవత, **హెూరా** రుతువులకు దేవత, **డయొనీసస్** పాడిపంటలకు, పండగలకు, పారవశ్యానికి అధిష్ఠాన దేవత, **ఓరియడ్లు** పర్వతాల దేవతలు. నీటికీ దేవతలున్నారు. **నయాడ్**లు మంచినీటి దేవతలైతే, **ఓపసైడ్**లు సముద్రాలకు దేవతలు.

ఓ పక్క ఈ వేలాది వేల్పులను పూజిస్తున్నా ప్రాచీన గ్రీకుల్లో మేధావులు విశ్వంలో జరిగే చలనాలకు శాస్త్రీయ కారణాల కోసం శోధించడం మొదలెట్టారు. పదార్థంలో అతి చిన్న అంశాల నుండి విశ్వంలో అతి సుదూరమైన వస్తువుల వరకూ దేన్నీ వదిలిపెట్టకుండా శోధించడం ప్రారంభించారు.

ప్రాచీన గ్రీస్‌లో చెప్పుకోదగ్గ మొట్టమొదటి ఖగోళశాస్త్రవేత్త **థేల్స్. మిలిటస్** (Thales of Miletus) అనే ఊరికి చెందిన **థేల్స్** క్రీ.పూ. 6వ శతాబ్దానికి చెందినవాడు కావచ్చు. ఇతను సొంతంగా చేసిన రచనలు పెద్దగా మిగలకపోయినా ఇతని గురించి, ఇతని ఆవిష్కరణల గురించి ఇతని తదనంతరం ఇతరులు రాసిన విషయాలనుబట్టి కొంతవరకూ తెలుస్తోంది. క్రీ.పూ. 585లో వచ్చిన ఓ గ్రహణాన్ని ఇతను ముందే నిర్ణయించినట్టు చెబుతారు. అయితే ఈ సమాచారం అతనికి ప్రాచీన బాబిలోన్ నుండి వచ్చిన క్యూనీఫార్మ్ ఫలకాల నుండి అంది ఉండొచ్చు.

**త్రికోణమితి** (Trigonometry)కి కూడా ఇతనే మూలకర్త అంటారు. ఖగోళ శాస్త్రంలో గణిత విశ్లేషణ చెయ్యాలంటే త్రికోణమితి ఎంతో అవసరం. భూమి నుండి కనిపించే సూర్యబింబం యొక్క వ్యాసాన్ని ఇతను కొలిచాడు. **అర్సా మైనర్** (Little Bear) తారారాశి నావికులకు ఎంత ముఖ్యమో ఇతను గుర్తించాడు. అయితే భూమి రూపురేఖల గురించి ఇతనికి చాలా తప్పుడు అవగాహన ఉంది. ప్రాచీన కాలంలో భూమి చదునుగా ఉండేదన్న భావన చెలామణిలో ఉండేది. భూమి గుండ్రంగా ఉ ందనేవాళ్లకు, చదునుగా ఉందని నమ్మినవాళ్లకు మధ్య వాదోపవాదాలు జరిగేవి. భూమి చదునుగా ఉందని నమ్మినవాళ్లల్లో థేల్స్ ఒకడు.

థేల్స్ తర్వాత ప్రాచీన గ్రీకు ఖగోళ వైజ్ఞానిక ప్రపంచంలో చెప్పుకోదగ్గ పేరు **అనాక్సీ మాండర్** (క్రీ.పూ. 610–546). అంతవరకూ దేవతలు, దెయ్యాలు విశ్వ చలనాలను శాసిస్తున్నాయనే సాంప్రదాయానికి ఇతను పూర్తిగా వ్యతిరేకంగా వెళ్లాడు. విశ్వాన్ని ఓ పెద్ద యంత్రంలా ఇతను ఊహించుకున్నాడు. యంత్రంలో చలనాల్లా విశ్వంలోని చలనాలన్నీ కొన్ని నియమాలను అనుసరించి జరుగుతాయని ఇతను బోధించేవాడు. ఖగోళశాస్త్ర విషయంలో ఇతను సూచించిన అతి ముఖ్యమైన భావన– భూమి ఆకాశంలో ఏ ఆధారమూ లేకుండా వేలాడుతూ ఉందన్న భావన. భూమి మీద ఏ వస్తువునైనా స్థిరంగా, కింద పడకుండా నిలపాలంటే దాని అడుగున ఏదో ఆధారం ఉండాలి. అయితే అలా అనుకున్నప్పుడు ఒక సమస్య వస్తుంది. ఉ దాహరణకు బల్ల మీద ఉండే పుస్తకానికి బల్ల ఆధారం అనుకుంటే, బల్లకు ఇంట్లో

నేల ఆధారం అనుకుంటే, ఇంటికి భూమి ఆధారం అనుకుంటే, భూమికి ఆధారం ఏమిటి? అన్న సమస్య వస్తుంది. కాని భూమి మొత్తాన్ని తీసుకుంటే అది ఏ ఆధారమూ లేకుండా అంతరిక్షంలో వేలాడుతోందన్న భావన నిజం. అది చాలా విప్లవాత్మకమైన భావన. అది నిజమని నేడు మనకు అర్థమవుతోందికాని సుమారు రెండున్నర వేల యేళ్లక్రితం ఏ ఆధారమూ లేకుండా అలా ఊహించగలగడం చాలా గొప్ప విషయం. ఇరవయ్యవ శతాబ్దానికి చెందిన కార్ల్ పాపర్ అనే ఆస్ట్రియన్ తాత్వికుడు ఆ భావన గురించి 'అసలు మానవ చింతన చరిత్రలోనే అత్యంత సుధీరమైన, విప్లవాత్మకమైన భావనల్లో ఒకటి' అని పొగుడుతాడు.

అయితే భూమి ఆకారం గురించి అనాక్సీ మాండర్ భావాలు తప్పులతడకలుగా ఉన్నాయి. భూమి ఓ స్తంభం (Cylinder) ఆకారంలో ఉంటుందని ఊహించాడు. అయితే అది చాలా పొట్టి స్తంభం. దాని వ్యాసంలో మూడోవంతు దాని ఎత్తు. ఆ స్తంభానికి పైన మనుషులు జీవిస్తున్నారు. స్తంభానికి పై ముఖంలో మధ్యలో భూమి చుట్టూ సముద్రం ఉందని భావించాడు. ఆ రోజుల్లో గురుత్వం గురించి తెలియదు. కనుక భూమి గోళాకారంలో ఉందని అనుకుంటే గోళం మీద ఉండే వస్తువులు పక్కకు ఎందుకు జారిపోవు అనే ప్రశ్నకు సమాధానం ఉండేది కాదు.

అలాగే సూర్యచంద్రుల గురించి అనాక్సీ మాండర్ భావాలు కూడా విడ్డూరంగా, సత్యదూరంగా ఉన్నాయి. భూమి చుట్టూ అన్ని పక్కలకూ విస్తరించిన ఓ బృహత్తరమైన అగ్ని ప్రపంచం ఉందని అతను ఊహించాడు. అంటే పొయ్యిలో బొగ్గు ముక్కలా ఆ అగ్ని ప్రపంచపు కేంద్రంలో భూమి ఉందన్నమాట. అయితే ఆ అగ్నికి, భూమికి




**అనాక్సీ మాండర్ ఊహించిన భూమి రూపం**

మధ్య నేరుగా సంపర్కం కలగకుండా ఓ అడ్డుతెర కాపాడుతోంది. ఆ అడ్డుతెరలో ఓ చోట రంధ్రం ఉంది. ఆ రంధ్రంలో నుంచి బయటకు వచ్చే కాంతి భూమి మీద పడుతోంది. దాన్ని మనం సూర్యుడు అంటాం. ఇలాగే మరో రంధ్రంలో నుంచి వచ్చే కాంతిని మనం చంద్రుడు అంటాం.

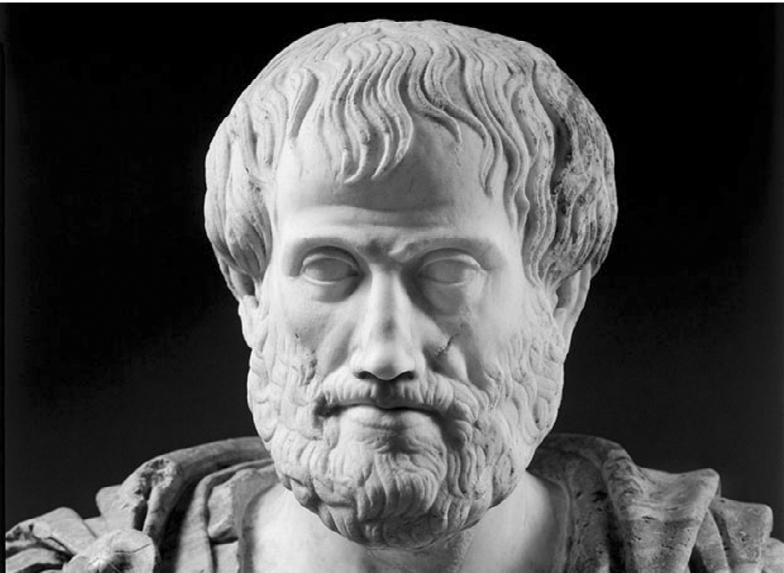
ఇలాంటి తప్పులతడకల బాగోతం కాకుండా ఖగోళ విజ్ఞానంలో అనాక్సీ మాండర్ గుర్తించిన ఓ ముఖ్య సత్యం ఉంది. సూర్యచంద్రులు రోజూ తూర్పున ఉదయించి పడమర అస్తమిస్తారని మనకు తెలుసు. అయితే సూర్య చంద్రులే కాక తారలు కూడా తూర్పున ఉదయించి పడమర అస్తమిస్తాయన్న విషయాన్ని ఆయన ఆనాడే గుర్తించాడు. కలసికట్టుగా తిరిగే తారలన్నీ ఓ గాజుగోళం మీద పొదిగి ఉన్నాయని, అందుకే అలా కలసికట్టుగా ఒక రాశిలా కదులుతున్నాయని ఊహించాడు. అయితే నిజానికి తారలు కదలడంలేదని, భూమి యొక్క ఆత్మభ్రమణం వల్ల తారలు మన చుట్టూ తిరుగుతున్నట్టు కనిపిస్తున్నాయని మనకు ఇప్పుడు తెలుసు.

అనాక్సీ మాండర్ తర్వాత అతని భావాలను మరింత ముందుకు తీసుకెళ్లినవాడు **పైథాగొరాస్** (రమారమి క్రీ.పూ. 580-500). చిన్నప్పుడు మనం Geometry (జ్యామితి)లో నేర్చుకునే ప్రఖ్యాత పైథాగొరాస్ సిద్ధాంతానికి కర్త ఇతడే. అయితే ఆ సిద్ధాంతాన్ని కనుక్కున్నది ఇతను కాకపోవచ్చునని, ఆ సిద్ధాంతం బాబిలోనియన్ల కాలం నుండి వచ్చి ఉండొచ్చునని, పైథాగొరాస్ కేవలం దాన్ని నిరూపించి వుంటాడని చారిత్రకులు అంటారు. కేవలం గణిత బోధనతో సరిపెట్టుకోక ఇతను ఆధ్యాత్మికతను కూడా బోధించేవాడు. ఇతన్ని ఓ గొప్ప గురువుగా అతని శిష్యబృందం కొలిచేవారు. ఇతను సంగీతాన్ని ఆధ్యాత్మికతతో ముడిపెట్టేవాడు. అలాగే సంగీతానికి, గణితానికి మధ్య ఉన్న సంబంధం గురించి బోధించేవాడు.

అనాక్సీ మాండర్‌లాగాకాక పైథాగొరాస్ భూమి గోళాకారంలో ఉంటుందని నమ్మాడు. అయితే ఆ భావనను సమర్థించుకోవడానికి పైథాగొరాస్‌కి ప్రత్యేకమైన ఆధారాలేమీ లేవు. గోళాకారం అంటే ప్రాచీన గ్రీకు తాత్వికులకు చాలా ఇష్టం. ప్రకృతిలో ప్రతి ఒక్కటీ జ్యామితిబద్ధంగా ఉంటుందని గ్రీకులు నమ్మేవాళ్లు. **'దేవుడు జ్యామితికారుడు'** అన్నాడు ప్రాచీన గ్రీకు తాత్వికుడు **ప్లేటో**. అందుకే గ్రహాలు గోళాలని, గ్రహగతులు పరిపూర్ణ వృత్తాలని బోధించారు. ఆ విధంగా జ్యామితి భావాలను విశ్వం మీద వారు బలవంతంగా ఆపాదించారు. నిజానికి, ఆ భావాలకు వాస్తవమైన ఆధారాలేమీ లేవు.

భూమి గోళమని బోధించడమే కాక భూమి పరిపూర్ణ వృత్తాకార కక్ష్యలో తిరుగుతోందని కూడా పైథాగొరాస్ బోధించాడు. అయితే ఆ తిరిగేది సూర్యుడి చుట్టూ కాదు. విశ్వానికి కేంద్రం ఓ రకమైన అగ్ని అని పైథాగొరాస్ బోధించాడు. ఆ **కేంద్రాగ్ని** (Central Fire) చుట్టూ భూమి, సూర్య చంద్రులు, అప్పటికే తెలిసిన ఐదు గ్రహాలు, తారలు చక్కని వృత్తాకార కక్ష్యల్లో తిరుగుతుంటాయని అనేవాడు. అలా కేంద్రాగ్ని చుట్టూ తిరిగే వస్తువుల జాబితాకు **'ప్రతిభూమి'** (Antichthon) అనే ఓ విచిత్రమైన ఖగోళ వస్తువుని కూడా జత చేశాడు. Antichthon అంటే భూమికి ప్రతికూలమైనదని అర్థం. ఆ వస్తువును కూడా కలిపితే మొత్తం కేంద్రాగ్ని చుట్టూ తిరిగే వస్తువుల సంఖ్య పది అవుతుంది. పది పరిపూర్ణమైన సంఖ్య కనుక కేంద్రాగ్ని చుట్టూ తిరిగే వస్తువుల సంఖ్య పది మాత్రమే కావాలని వాదించేవాడు.

సంగీతమంటే ఇష్టపడే పైథాగొరాస్ తను బోధించిన ఖగోళశాస్త్రంలో కూడా ఎలాగొలా సంగీతాన్ని ప్రవేశపెట్టాడు. సూర్యచంద్రులు, గ్రహాలు మొదలైనవన్నీ ఏవో అదృశ్య గోళాల్లో పొదగబడి ఉంటాయని బోధించేవాడు. నిజానికి తిరుగుతున్నది ఆ గోళాలే. ఆ గోళాల పరిభ్రమణం వల్ల వాటిలో పొదగబడ్డ ఖగోళ వస్తువులు తిరుగుతున్నట్టు కనిపిస్తాయి. అలా పరిభ్రమించే గోళాలు ఒకదానితో ఒకటి



**అరిస్టాటిల్**

రాచుకుంటాయట. ఆ రాచుకోవడంతో శబ్దం పుడుతుందట. ఆ శబ్దం సంగీతంలా శ్రావ్యంగా ఉంటుందట. కాని ఆ 'విశ్వ సంగీతం' మరి ఎందుచేతనో మన చెవులకు వినిపించదు.

ఈ విధంగా పైథాగొరాస్ ఖగోళ బోధనల్లో అణుమాత్రమైన సత్యమూ, విశృంఖల ఊహాగానమూ కలగలిసి ఉన్నాయి.

కాలక్రమంలో పైథాగొరాస్ తర్వాత గ్రీకు ఖగోళ చింతన మీద అతి గొప్ప ప్రభావాన్ని చూపిన మేధావి **అరిస్టాటిల్** (క్రీ.పూ. 384–322). అరిస్టాటిల్ చింతన కేవలం ఖగోళ శాస్త్రానికే పరిమితం కాలేదు. నిజానికి అతని మేధస్సు స్పృశించని అంశమే లేదని చెప్పాలి. మరి ఇతను సామాన్యుడా? గ్రీకుల తత్వచింతనకు పరాకాష్ట అని చెప్పుకోదగ్గ ప్లేటోకి శిష్యుడు. అయితే గురువైన ప్లేటోలా కేవలం తత్వచింతనతోనూ, సామాజిక, రాజకీయ చింతనతోనూ ఆగిపోకుండా తన దృష్టిని భౌతిక ప్రపంచం మీదకు కూడా మళ్లించాడు. ఏ జ్ఞానానికైనా చివరికి ఇంద్రియాల ద్వారా సాధించిన అనుభవమే మూలమని గుర్తించిన అరిస్టాటిల్, పరిశీలనలకు ఎంతో ప్రాముఖ్యత నిచ్చేవాడు. భౌతిక ప్రపంచంలోని ఎన్నో అంశాలను పరిశీలించి, వాటి గురించి నిర్ణయాలు చేసి వాటి ఆధారంగా ఆ అంశానికి సంబంధించిన ఒక శాస్త్రాన్ని స్థాపించే ప్రయత్నం చేశాడు. భౌగోళిక శాస్త్రం, పదార్థ శాస్త్రం, కాంతి శాస్త్రం, వృక్షశాస్త్రం, జంతు శాస్త్రం, మనస్తత్వ శాస్త్రం, ఖగోళ శాస్త్రం ఇలా ఎన్నో విలక్షణమైన రంగాల మీద ఇతను రచనలు చేశాడు. ఇక విజ్ఞానేతర రంగాల్లో తర్క, మీమాంసల మీద, నీతి, రాజకీయ రంగాల మీద కూడా ఇతను రచనలు చేశాడు.

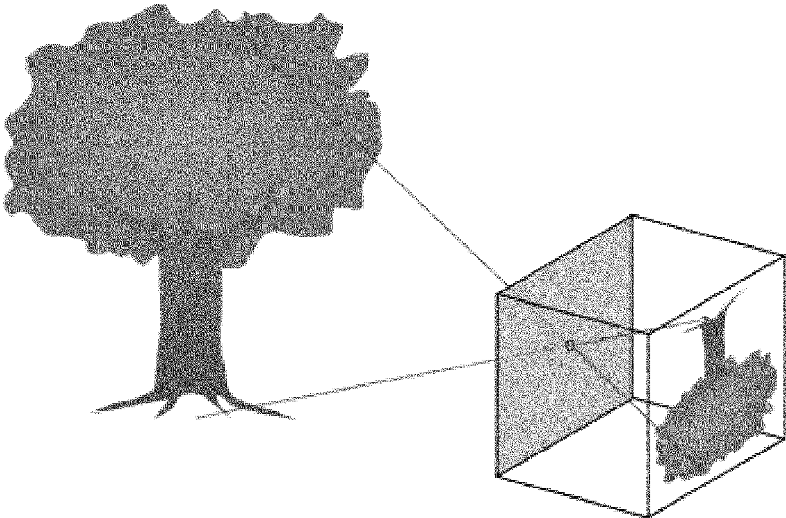
ఉదాహరణకు జంతుశాస్త్రంలో అతని కృషినే తీసుకుంటే గ్రీకు దేశంలో 'లస్బోస్' అనే ప్రాంతానికి దరిదాపుల్లో ఉండే జీవరాశిని క్షుణ్ణంగా పరిశీలించాడు. ముఖ్యంగా అక్కడ కనిపించే చేపలు, ఇతర జలచరాలను క్షుణ్ణంగా పరిశీలించి ఓ ఆధునిక జీవశాస్త్రవేత్తలా వాటిని వర్గీకరించాడు.

ఆధునిక యుగంలో లిన్నేయస్ (క్రీ.శ. 1707–1778) జీవరాశులను వర్గీకరించే ఓ బృహత్తర ప్రయత్నం చేపట్టాడు. ఆ వర్గాలకు Domain, Kingdom, Phylum, Class, Order, Family, Genus, Species ఇలా పేర్లు పెట్టాడు. మరీ అంత విస్తృతమైన వర్గీకరణ కాకపోయినా ఓ ప్రాథమిక స్థాయిలో జీవరాశుల వర్గీకరణకు పూనుకున్నట్టు అరిస్టాటిల్ రచనల వల్ల తెలుస్తుంది. మొత్తం ఐదొందల రకాల పక్షులను, స్తన్య జీవులను ఇతను వర్గీకరించాడు.

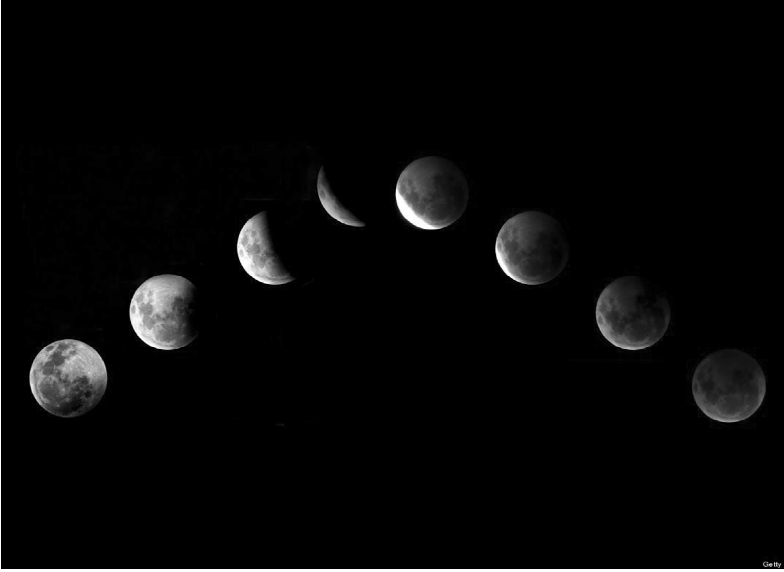
అలాగే జంతువుల జననం (Generation of Animals) అనే పుస్తకంలో కోడిగుడ్లను వివిధ దశల్లో పగలగొట్టి లోపల పిండం క్రమంగా ఎలా వికాసం చెందుతోందో పరిశీలించి వర్ణించాడు అరిస్టాటిల్.

కాంతి శాస్త్రంలో అరిస్టాటిల్ భావాలు ఆ కాలంలో కాంతి గురించి తన సమకాలీనుల భావాల కన్నా మెరుగైనవని చెప్పొచ్చు. ఒక పెట్టెకు ఒక పక్క చిన్న రంధ్రంచేసి మరో పక్క కాస్త పెద్ద రంధ్రం చేసి ఆ రంధ్రానికి అడ్డుగా నూనె పూసిన కాగితాన్ని ఓ తెరలాగా అమర్చితే ఆ పెట్టె ఓ సరళమైన కెమెరాలాగా పనిచేస్తుంది. చిన్న రంధ్రానికి ఎదురుగా ఉండే దృశ్యం వెనక పక్క ఉండే తెర మీద తలకిందులుగా కనిపించి ఆనందం కలిగిస్తుంది. అరిస్టాటిల్ ఇలాంటి కెమెరా సహాయంతో సూర్యుడి ప్రతిబింబాన్ని చూసి సూర్యుడు గోళాకారంలో ఉంటాడని తెలుసుకున్నాడు. పైగా ఆ కెమెరాతో ఎన్నో ప్రయోగాలు చేసి కెమెరా ముందు ఉండే రంధ్రం (Aperture) ఆకారానికి, లోపల కనిపించే సూర్యబింబం ఆకారానికి సంబంధం లేదని కూడా చక్కగా గుర్తించాడు. రంధ్రం ఆకారం ఎలా ఉన్నా సూర్యబింబం మాత్రం ఎప్పుడూ గుండ్రంగానే ఉంటుందని గుర్తించాడు. అరిస్టాటిల్ కనుక్కున్న ఆ కెమెరా నేడు మనం ఉపయోగించే Pinhole Camera లాంటిదని చెప్పొచ్చు.

ఖగోళశాస్త్రంలో అరిస్టాటిల్ సరిగ్గా ఊహించిన విషయాల్లో ఒకటి భూమి



పిన్ హోల్ కెమెరా




ఆకారానికి సంబంధించింది. భూమి గోళాకారంలో ఉంటుందన్నాడు. దానికొక నిరూపణ కూడా సూచించాడు. చంద్రగ్రహణంలో భూమి సూర్యుడికీ, చంద్రుడికీ మధ్య నిలిచి ఉంటుందని, భూమి నీడ చంద్రుడి మీద పడడం వల్లనే చంద్రగ్రహణం జరుగుతుందని గ్రీకులకు తెలుసు. చంద్రుడి మీద భూమి నీడ పడినప్పుడు ఆ నీడలో భూమి ఆకారం కనిపిస్తుంది. దాన్నిబట్టి భూమి గోళాకారంలో ఉందని తెలుసుకోవచ్చు. విశ్వం కూడా ఓ పెద్ద గోళం అన్నాడు. భూగోళం ఆ విశ్వగోళంకన్నా చాలా చిన్నదని అన్నాడు.

భూమి చలనం విషయానికొచ్చేసరికి తన పూర్వీకులలాగా అరిస్టాటిల్ కూడా పొరబడ్డాడు. భూమి నిశ్చలంగా ఉంటుందని, తక్కిన ఖగోళ వస్తువులన్నీ తిరుగుతూ ఉంటాయని అన్నాడు. దానికొక 'నిరూపణ' కూడా పేర్కొన్నాడు. భూమి కదులుతూ ఉంటే తారలన్నీ భూమినిబట్టి వెనక్కు కదులుతున్నట్టు కనిపించాలి. కాని అలా కనిపించడంలేదు కనుక భూమి నిశ్చలంగా ఉందని వాదించాడు. కాని ఆ వాదన తప్పు అని మనకిప్పుడు తెలుసు. భూమి నుండి తారలు ఎంత దూరంలో ఉన్నాయంటే భూమి కదలిక వల్ల తారల స్థానాల మార్పు అతి స్వల్పంగా ఉంటుంది. ఆ మార్పు కంటికి కనిపించదు.

తోకచుక్కల మీద కూడా అరిస్టాటిల్ వ్యాఖ్యానించాడేకానీ ఆ వ్యాఖ్యానాలు కూడా

తప్పులతడకలు. మన వాయు మండలంలో వేడిగాలి ఉన్నట్టుండి మండడం వల్ల తోకచుక్కలు కనిపిస్తాయన్నాడు. ఈ రకమైన మంటలు తోకచుక్కలకేకాక ఉల్కలకు, ధ్రువాల వద్ద కనిపించే రంగురంగుల అరోరా బోరియాలిస్‌కి కారణమన్నాడు. అక్కడితో ఆగితే బావుండేది. అసలు పాలపుంత గెలాక్సీయే అలాంటి మంటల మూర్తిరూపం అనుకున్నాడు. తోకచుక్కలు భూమికి ఎంతో దూరం నుండి అసలు సౌర మండలపు పొలిమేరల వద్ద నుండి వస్తున్న బహుదూరపు బాటసారులని ఇంచుమించు న్యూటన్ కాలం వరకూ ఎవరికీ అర్థంకాలేదు.

అరిస్టాటిల్ ఖగోళ దర్శనంలో పంచభూతాల ప్రస్తావన ముఖ్యంగా ఉంటుంది. ప్రాచీన భారతీయ చింతనలోలాగానే గ్రీకుల చింతనలో కూడా పంచభూతాల ప్రసక్తి పదే పదే వస్తుంది. అరిస్టాటిల్‌కి పూర్వీకుడైన **ఎంపిడోకిలిస్** విశ్వమంతా 'భూమి, నీరు, నిప్పు, గాలి' అనే నాలుగు భూతాల సమన్వయమని బోధించేవాడు. అరిస్టాటిల్ ఈ నాలుగు భూతాలకు 'ఈదర్' అనే ఐదో భూతాన్ని జత చేశాడు. ప్రాచీన భారతీయుల పంచభూతాల జాబితాలోని 'ఆకాశం' ఈ 'ఈదర్'తో సరిపోతోంది. విశ్వమంతా ఈ ఈదర్ అనే శుద్ధమైన, భారంలేని సూక్ష్మ పదార్థం వ్యాపించి వుంటుందని అన్నాడు. భూమికి దూరంగా ఉండే ఖగోళ ప్రాంతాల్లో ఇది దాని అత్యంత శుద్ధ రూపాల్లో ఉంటుందని, భూమికి దగ్గరపడుతున్నకొద్దీ అంటే చందమామ ఉండే ప్రాంతానికి దిగువకు వచ్చేసరికి ఈ పదార్థం కలుషితమైపోతుందని అంటాడు. భూమి పరిసర ప్రాంతాల్లో ఎక్కువగా మొదటి నాలుగు భూతాలు మాత్రమే కనిపిస్తాయట. అంటే భూమి పరిసర ప్రాంతాలు మార్పుకి లోనయ్యేవని, భూమికి దూరంగా ఉండేవి అమరమైన ప్రాంతాలనే భావన అరిస్టాటిల్ బోధనల్లో కనిపిస్తుంది.

ఖగోళం గురించి, అందులోని అంశాల గురించి వ్యాఖ్యానించడమేకాక అసలు చలనం గురించి, చలనంలో రకాల గురించి, చలనానికి గల కారణాల గురించి కూడా అరిస్టాటిల్ కొంత ఆలోచన చేశాడు. చలనంలో మూడు రకాలున్నాయన్నాడు. మొదటిది సరళ రేఖలో సాగే చలనం, రెండోది వృత్తాకార చలనం, మూడోది ఈ రెండు రకాలూ కలసిన మిశ్రమ చలనం. భూమి మీద మట్టి ఎప్పుడూ కిందకు సరళ రేఖలో పడుతుంది. నిప్పు నేరుగా పైకి పోతుంది. గాలి, నీరు మూడో రకమైన మిశ్రమ చలనాన్ని అనుసరిస్తాయి. ఈదర్ అంటే అది వ్యాపించిన ఖగోళం, అందులోని ఖగోళ వస్తువులు మాత్రం ఎప్పుడూ వృత్తాకారంలోనే కదులుతాయి.

మరి ఖగోళాన్ని ఇలా వృత్తాకారంలో కదిలిస్తున్న శక్తి ఏమిటి? ఖగోళానికి

ఆవల అంటే స్థిరమైన తారలకు అవతల తాను స్థిరంగా ఉంటూ విశ్వాన్ని కదిలించే ఓ శక్తి ఉంటుందని, అదే విశ్వానికి **'ఆది ప్రేరణ'** (Prime Mover) అని అన్నాడు. కొన్ని సందర్భాల్లో 'ఆది ప్రేరణ' విశ్వాతీతంగా ఉంటుందని అన్నా, మరికొన్ని సందర్భాల్లో 'ఆది ప్రేరణ' విశ్వానికి లోపలే ఉంటుందని అభిప్రాయపడ్డాడు. ఈ విధంగా చలనం గురించి ఏవో కొన్ని పైపై వర్గీకరణలు చేశాడే తప్ప అరిస్టాటిల్‌కి అసలు చలనం ఎందుకు జరుగుతోందన్న విషయం మీద తగిన అవగాహన లేదని అర్థమవుతోంది.

అరిస్టాటిల్ భావాలనుబట్టి ప్రాచీన గ్రీకుల కాలంలో విజ్ఞానం ఎలా ఉండేదో మనకు అర్థమవుతుంది. ఈ రోజుల్లో సైన్స్ ఎప్పుడూ వాస్తవం మీద ఖచ్చితంగా ఆధారపడుతుంది. ప్రయోగం రూపంలో వాస్తవం సాక్ష్యం చెబితేగానీ ఏ విషయాన్నీ శాస్త్రవేత్తలు స్వీకరించరు. ప్రయోగం ద్వారా నిజాన్ని తేల్చుకునే పద్ధతి కేవలం నాలుగొందల యేళ్లక్రితం ప్రధానంగా గెలీలియోతో వచ్చింది. ప్రాచీన గ్రీకుల కాలంలో ఆ సాంప్రదాయంలేదు. కేవలం సామాన్య అనుభవానికి కాస్తంత తర్కం జోడించి ఓ నిర్ణయానికి వచ్చేవారు. అలాంటి పద్ధతిలో పొరపాటు జరిగే అవకాశం చాలా ఎక్కువ. ఆ కారణం చేత అరిస్టాటిల్ బోధనల్లో, భావాల్లో ఎన్నో దోషాలు దొర్లాయి. దోషపూరితమే అయినా అన్ని విలక్షణమైన అంశాల గురించి రాయడం వల్ల, దాన్నొక శాస్త్రీయ పంథాలో వ్యక్తంచెయ్యడం వల్ల అతని బోధనలు సుమారు ఒకటిన్నర సహస్రాబ్దాలపాటు వైజ్ఞానిక చింతనను ప్రభావితం చేశాయని ఒక విధంగా చెప్పొచ్చు. మరో విధంగా చెప్పాలంటే అతడి తప్పు భావనలను గుడ్డిగా స్వీకరించిన మనుషులు మరెందువల్లో ఎంతోకాలంపాటు వాటిని సవరించే ప్రయత్నం చెయ్యలేదు. ఆ తప్పుడు భావాలనే తరతరాలుగా బోధిస్తూ వచ్చారు.

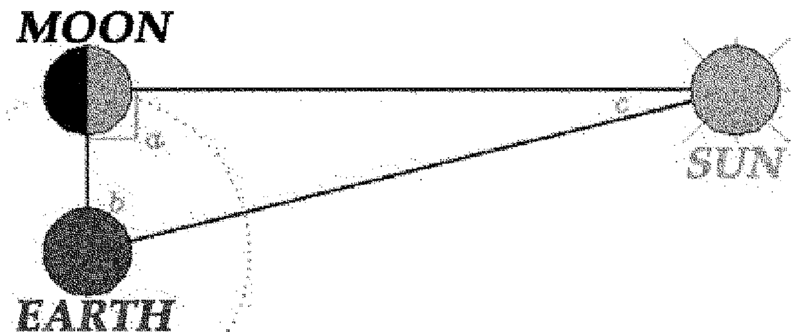
ఆ విధంగా ప్రాచీన గ్రీస్‌లో అరిస్టాటిల్ కాలం వరకూ ఖగోళ విజ్ఞానం కాస్తంత అనుభవాన్ని అడ్డూఅదుపూలేని ఊహాగానంతో మేళవించగా పుట్టిన కుహనా శాస్త్రంగానే మిగిలిపోయిందికానీ ఆధునిక ఖగోళ విజ్ఞానానికి ఉండే లక్షణాలు దానికి పెద్దగా ఉన్నట్టు లేవు. అలాంటి దశలో పరిస్థితిని పూర్తిగా మార్చేసిన ఓ మహా మేధావి రంగ ప్రవేశం చేశాడు. అతని పేరు **అరిస్టార్కస్** (క్రీ.పూ. 310–230). **సామోస్** అనే దీవికి చెందిన ఇతని ఊరి పేరు కలిపి సామోస్ అరిస్టార్కస్ (Aristarchus of Samos) అంటారు. ఖగోళాన్ని అధ్యయనం చేసే విధానంలో ఇతను తన పూర్వీకులకన్నా చాలా భిన్నమైన పద్ధతిని అవలంబించాడు. సైన్స్‌లో

ఒక విషయం గురించి పొడిపొడి మాటలతో చెబితే సరిపోదు. వర్ణించదగ్గ విషయాన్ని సంఖ్యాత్మకంగా వ్యక్తంచెయ్యాలి. అలా వ్యక్తంచేసిన అంకెలు కొలవగా వచ్చిన విలువలతో సరిపోవాలి. ప్రయోగం వల్ల తెలిసిన కొలతలతో సిద్ధాంతం నుండి వచ్చిన అంచనాలు సరితూగినప్పుడు వైజ్ఞానిక సిద్ధాంతం స్వీకరించబడుతుంది. అరిస్టాటిల్ తదితరులు ఈ సంఖ్యాత్మక పద్ధతిని బాగా నిర్లక్ష్యం చేశారు. పంచభూతాలని, ప్రతిభూమి అని అర్థంలేని ఊహలతో కాలయాపన చేశారు.

అరిస్టార్కస్ ఖచ్చితమైన సంఖ్యాత్మక పద్ధతినే అవలంబిస్తూ మొట్టమొదటగా భూమి నుండి సూర్యచంద్రుల దూరాలు అంచనా వేశాడు. అలాగే సూర్య చంద్రుల వ్యాసాలు కూడా అంచనా వేశాడు. ఆ వివరాలన్నీ **'సూర్యచంద్రుల దూరాలు, పరిమాణాలు'** (On the Sizes and Distances of the Sun and the Moon) అనే పుస్తకంలో పొందుపర్చాడు.

చంద్రుడికి, సూర్యుడికి మధ్య భూమి అడ్డురావడం వల్ల చంద్ర గ్రహణం వస్తుందని అప్పటికే గ్రీకులకు తెలుసు. భూమి నీడ చంద్రుడి మీద పడడం వల్ల చంద్రగ్రహణం ఏర్పడుతుంది. భూమి నీడ చంద్రుడి మీద పడుతున్నప్పుడు ఆ నీడ యొక్క వంపుని బట్టి భూమి, చంద్రుడి వ్యాసాల గురించి–భూమికి, చంద్రుడికి మధ్య దూరం గురించి తెలుసుకోవచ్చునని అరిస్టార్కస్ గ్రహించాడు. ఆ విధంగా వేసిన అంచనాల ప్రకారం భూమి నుండి చంద్రుడి దూరం భూ వ్యాసానికి ఇరవై రెట్లు ఉంటుందని ప్రకటించాడు. అలాగే చందమామ వ్యాసం కన్నా భూవ్యాసం సుమారు మూడు రెట్లు ఉంటుందన్నాడు.

ఇక సూర్యుడి విషయానికొచ్చేసరికి చంద్ర దశలను వాడుకున్నాడు అరిస్టార్కస్. చంద్రుడు సరిగ్గా అర్థ చంద్రాకృతిలో ఉన్న దశలో భూమి, సూర్యుడు, చంద్రుడు ఈ కింది చిత్రంలో చూపించిన స్థానంలో ఉండి ఉండాలని అరిస్టార్కస్ గ్రహించాడు.



ఆ సమయంలో భూమి నుండి చూస్తున్నప్పుడు సూర్యుడికి, చంద్రుడికి మధ్య కోణం ఎంతో కొలిస్తే కాస్తంత త్రికోణమితి ఉపయోగించి సూర్యుడి దూరం అంచనా వేయొచ్చు. అలా అంచనా వేయగా భూమి నుండి సూర్యుడి దూరం, భూమి నుండి చంద్రుడి దూరానికి ఇరవై రెట్లు ఉంటుందని వచ్చింది. అయితే అరిస్టార్కస్ వేసిన అంచనాలన్నీ ఆధునిక విలువలతో పోలిస్తే చాలా తక్కువ. సూర్య, చంద్రుల దూరాలు అతను అనుకున్న దానికన్నా చాలా ఎక్కువ. ఆ వివరాలను ఈ కింది పట్టికలో చూడొచ్చు.

| అంచనా వేయబడ్డ రాశి | అరిస్టార్కస్ అంచనా | ఆధునిక విలువ |
|---|---|---|
| **సూర్యుడి వ్యాసానికి భూవ్యాసానికి నిష్పతి** | 6.7 | 109 |
| **భూవ్యాసానికి చంద్రుడి వ్యాసానికి నిష్పత్తి** | 2.85 | 3.50 |
| **భూమి-చంద్రుడి దూరానికి భూ వ్యాసానికి మధ్య నిష్పత్తి** | 20 | 60.32 |
| **భూమి-సూర్యుడి దూరానికి భూవ్యాసానికి మధ్య నిష్పత్తి** | 380 | 23,500 |

ఇలాంటి అంచనాలతో ఆగిపోకుండా అరిస్టార్కస్ ఓ విస్తారమైన విశ్వ దర్శనాన్ని కూడా ప్రకటించాడు. అది ఆధునిక విశ్వ దర్శనంతో నమ్మలేనంత సాన్నిహిత్యాన్ని కలిగి ఉంది. అరిస్టాటిల్ తదితరులు అన్నట్టుగా విశ్వానికి కేంద్రం ఏదో కేంద్రాగ్ని కాదన్నాడు. ఆ అగ్ని సూర్యుడేనని, సూర్యుడే విశ్వానికి కేంద్రం అన్నాడు. భూమి సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతోందని చాటి ఒక విధంగా పాశ్చాత్య సంస్కృతిలో సూర్య సిద్ధాంతానికి మూలకర్త అయ్యాడు. అయితే అతని తర్వాత వచ్చిన ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు ఒకటిన్నర సహస్రాబ్దాల కాలంపాటు భూమే విశ్వానికి కేంద్రం అనే భావననే పట్టుకుని వేలాడారు. పదిహేనో శతాబ్దంలో కొపర్నికస్ మళ్లీ సూర్య సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించేంత వరకూ పరిస్థితి అలాగే కొనసాగింది. సూర్యుడు కేంద్రం అనడంతో ఆగిపోకుండా తారలు కూడా సూర్యుడిలాంటి వస్తువులేనని అరిస్టార్కస్ భావించాడు. బాగా దూరంగా ఉండడం వల్ల అలా కాంతి విహీనంగా కనిపిస్తాయన్నాడు. అందుకే అరిస్టార్కస్‌ని ప్రాచీన గ్రీకుల కొపర్నికస్ అంటారు.

అరిస్టార్కస్ ఉదాహరణనుబట్టి సైన్స్‌లో భావాలు పురోగమించే క్రమం గురించి ఒక విషయం అర్థమవుతుంది. ఆ పురోగమనానికి మనం ఆశించినట్టుగా ఒక ఖచ్చితమైన క్రమంలేదు. సైన్స్‌లో భావాల పురోగతి విమానగతిలా రుజురేఖలో సాగదు. నదీ గమనంలా మెలికలు తిరుగుతూ సాగుతుంది. ఒక మేధావి ఒక

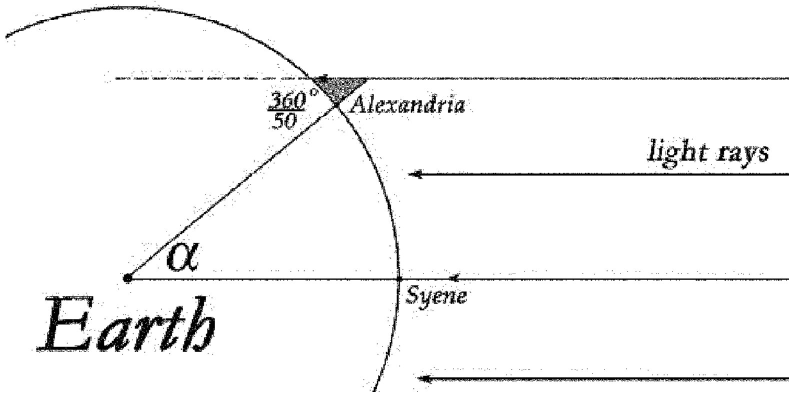
భావనను ప్రతిపాదిస్తాడు. అది నిజమే అయినా దాన్ని అందరూ వ్యతిరేకిస్తారు. ఆ తర్వాత వచ్చిన తప్పుడు భావనలనే అందరూ స్వీకరిస్తారు. ఎంతోకాలం తర్వాత మళ్లీ అదే భావాన్ని మరెవరో ప్రతిపాదిస్తారు. ఈసారి ముహూర్తం బావుంటే ఆ భావానికి స్వీకారం దొరుకుతుంది. కొన్నిసార్లు పూర్తిగా తప్పుడు భావాలను శతాబ్దాలపాటు పట్టుకుని వేలాడడం కనిపిస్తుంది. కొన్నిసార్లు కేవలం ఒకటి, రెండు దశాబ్దాల్లో ఒక రంగంలో విపరీతమైన పురోగతి సంభవిస్తుంది. ఈ కారణం చేత వైజ్ఞానిక చరిత్ర కారులకు ఎన్నో సవాళ్లు ఎదురవుతాయి.

అరిస్టార్కస్ అంచనాలు ఎంత శాస్త్రీయంగా ఉన్నా వాటిలో ఒక బలహీనత వుంది. అందులో దూరాలు, వ్యాసాలు అన్నీ నిష్పత్తులుగానే వ్యక్తంచెయ్యబడ్డాయి. వాటి అసలు విలువలు చివరికి భూమి వ్యాసం మీద ఆధారపడతాయి. మరి అరిస్టార్కస్ భూమి వ్యాసాన్ని కొలిచాడా, లేదా అనే దాని మీద స్పష్టత లేదు. ఆ విధంగా భూమి వ్యాసాన్ని కొలవడం కోసం ఓ చక్కని ప్రయోగం చేసిన వాడు **ఎరొటోస్తినిస్.**

అరిస్టార్కస్‌కి సుమారు ఓ అర్థశతాబ్ద కాలం తర్వాత వచ్చిన ఎరొటోస్తినిస్ (క్రీ.పూ. 276–194) అనే గ్రీకు తాత్వికుడు ఓ చక్కని ప్రయోగంతో భూమి వ్యాసాన్ని చాలా ఖచ్చితంగా అంచనా వెయ్యగలిగాడు. అరిస్టార్కస్‌లాగానే ఇతను కూడా వుత్తుత్తి ఊహాగానాలు చెయ్యక ప్రయోగం మీద, గణితం మీద ఆధారపడి ఆధునిక శాస్త్రీయ పద్ధతి దిశగా ప్రయాణించాడు.

ఆధునిక ఈజిప్ట్‌లోని అలెగ్జాండ్రియాలో జీవించిన ఇతను ఆ ప్రాంతానికి చెందిన ఓ ఖగోళ విశేషాన్ని ఆధారంగా చేసుకుని తన ప్రయోగాన్ని రూపొందించాడు. ఈజిప్ట్‌లోని సయీన్ నగరంలో జూన్ 21న మిట్టమధ్యాహ్న సమయంలో సూర్యుడు సరిగ్గా నడినెత్తికి వస్తాడన్నది అక్కడ బాగా తెలిసిన విషయం. అంటే ఆ సమయంలో నిటారుగా ఉండే స్తంభానికి నీడ పడదు. కాని సరిగ్గా అదే సమయంలో సయీన్ నగరానికి ఉత్తరాన ఐదొందల మైళ్ల దూరంలో ఉండే అలెగ్జాండ్రియాలో మాత్రం నీడ పడుతుంది. ఎరొటోస్తినిస్ ఆ నీడ పొడవును కొలిచి ఆ విలువను కాస్త త్రికోణమితి వాడి విశ్లేషించి భూమి వ్యాసాన్ని అంచనా వేశాడు.

ఎరొటోస్తినిస్ అంచనా ప్రకారం భూమి వ్యాసం ఎనిమిది వేల మైళ్లు. చుట్టుకొలత 25 వేల మైళ్లు. ఇది ఆధునిక విలువ అయిన 24,901 మైళ్ల విలువకు చాలా సన్నిహితంగా ఉంది. గోళం పరిపూర్ణ రూపం కనుక దేవుడు పరిపూర్ణంగా సృష్టి చేశాడు కనుక భూమి రూపం గోళమే అయ్యుంటుందని చిత్రవిచిత్ర వాదనలు చేసి




తన పూర్వీకులకు భిన్నంగా ఎరొటోస్తినిస్ ఆ ప్రయోగం సహాయంతో భూమి గోళం అని నిరూపించడమే కాకుండా ఆ గోళం యొక్క వ్యాసం కూడా అంచనా వేసి చూపించాడు.

అరిస్టార్కస్, ఎరొటోస్తినిస్‌లు శ్రీకారం చుట్టిన శాస్త్రీయ పంథాలోనే ఆ తర్వాత వచ్చిన **హిప్పార్కస్** (క్రీ.పూ. 190–120) మరింత విస్తృతమైన కృషి చేసి ఖగోళ శాస్త్ర పరిశోధనలో ఆ విధానాన్ని మరింత బలపర్చాడు. ఆధునిక టర్కీకి చెందిన **నైసేయియా** అనే ఊళ్లో పుట్టిన హిప్పార్కస్ ఆ ప్రాంతంలో పుట్టిన ప్రముఖుల జాబితాలోకి ఎక్కాడు. క్రీ.శ. ఒకటవ, రెండవ శతాబ్దాలకు చెందిన రోమన్ చక్రవర్తుల కాలంలో అచ్చువేసిన కొన్ని నాణాల మీద హిప్పార్కస్ బొమ్మ ముద్రించి ఉండడం ఆనాటి సమాజంలో అతని ఉన్నత స్థానాన్ని సూచిస్తుంది.

శాస్త్రీయ పద్ధతిలో ఖగోళ శాస్త్రాన్ని అధ్యయనం చేస్తున్నప్పుడు గణితం చాలా అవసరం. ముఖ్యంగా ఖగోళపు లెక్కల్లో త్రికోణమితి ప్రభావం అడుగడుగునా కనిపిస్తుంది. అయితే హిప్పార్కస్ కేవలం త్రికోణమితిని ఖగోళశాస్త్రంలో వాడుకోవడమే కాక అసలు త్రికోణమితిలోనే ఎంతో పరిశోధన చేశాడు. త్రికోణమితి లెక్కల్లో Sin(), Cos ( ) మొదలైన ప్రమేయాలను వాడాల్సి ఉంటుంది. ఈ రోజుల్లో కంప్యూటర్లు, కాలిక్యులేటర్లు ఉపయోగించి ఈ ప్రమేయాలను సులభంగా లెక్కించడానికి వీలవుతుంది. కాని రెండు వేల యేళ్ల క్రితం ఈ ప్రమేయాలను చాలా ప్రయోగాత్మక పద్ధతుల్లో లెక్కించేవారు. అలాంటి లెక్కలను సులభతరంచెయ్యడానికి Sin () ప్రమేయాన్ని ఒక పట్టికలా (Table) తయారుచేసుకున్నాడు హిప్పార్కస్. చరిత్రలో ఒక త్రికోణమితి ప్రమేయాన్ని లెక్కించిన మొట్టమొదటి గణితవేత్త ఇతనేనంటారు

చరిత్రకారులు. క్రీ.శ. ఆరో శతాబ్దానికి చెందిన భారతీయ శాస్త్రవేత్త ఆర్యభటుడు కూడా సైన్ ప్రమేయాన్ని వివరంగా లెక్కించి ఒక పట్టిక తయారుచేశాడు. హిప్పార్కస్ నాటి సైన్ పట్టికకు దీని మీద ప్రభావం ఉందని కొందరు, లేదని కొందరు అంటారు.

కేవలం లెక్కలు వేయడమే కాకుండా క్రీ.పూ.147 నుండి 127 వరకూ విస్తృతంగా ఖగోళ పరిశీలనలు చేశాడు హిప్పార్కస్. తారల మీద తను చేసిన పరిశోధనల ఆధారంగా 850 తారల స్థానాలను నిర్దేశించే ఒక సవివరమైన తారాపటాన్ని తయారుచేశాడు. అంత పెద్ద సంఖ్యలో తారలను క్రోడీకరించి పటాలు తయారు చెయ్యడం చరిత్రలో అదే మొదటిసారి కావచ్చు. తారల పరిశీలనలో, విశ్లేషణలో హిప్పార్కస్ మరో అంశాన్ని కూడా ప్రవేశపెట్టాడు. ప్రకాశాన్నిబట్టి తారలను ఆరు వర్గాలుగా వర్గీకరించాడు. తారల దూరాలు తెలుసుకోవడంలో వాటి ప్రకాశం ఎంతో పనికొస్తుంది. ఆధునిక ఖగోళ శాస్త్రానికి ఆ విషయం బాగా తెలుసు. హిప్పార్కస్ వర్గీకరణ పద్ధతి మరిన్ని మెరుగులతో నేటికీ వాడుకలో ఉంది.

హిప్పార్కస్ చేసిన కృషి ప్రభావం తదనంతరం వచ్చిన **టోలెమీ** (Ptolemy) వంటి ప్రఖ్యాత యూరోపియన్ ఖగోళవేత్తల మీద స్పష్టంగా కనిపిస్తుంది. టోలెమీ రాసిన 'ఆల్మాజెస్ట్' (Almagest) అనే గొప్ప ఖగోళ గ్రంథంలో పేర్కొన్న వెయ్యి పైచిలుకు తారల్లో అధిక శాతం హిప్పార్కస్ వర్ణించనవేనని చరిత్రకారులు అంటారు.

తారల పరిశీలనలతోపాటు ఇతర ముఖ్యమైన ఖగోళ పరిశోధనల మీద కూడా హిప్పార్కస్ దృష్టి సారించాడు. సంవత్సరంలో ఎన్ని రోజులు ఉంటాయో ఇతను వేసిన అంచనా (365.2466 రోజులు) ఆధునిక విలువ అయిన 365.2425తో చాలా ఖచ్చితంగా సరిపోతోంది.

యేడాది పొడవును కొలవడమేకాకుండా రుతువుల పొడవును కూడా ఖచ్చితంగా అంచనా వేశాడు హిప్పార్కస్. ఉదాహరణకు వేసవి కాలం పొడవు 92.5 రోజులు అయితే వసంతం పొడవు 94.2 అని లెక్క వేశాడు. ఈ లెక్కలకు ఆధారం భూమి చుట్టూ సూర్యుడి కక్ష్యను చాలా ఖచ్చితంగా లెక్కించగలగడమే. ఆ విధంగా హిప్పార్కస్ కూడా భూమి విశ్వానికి కేంద్రంగా ఉందనే భావననే స్వీకరించాడు. అయితే దానికి చిన్న సవరణ చేశాడు. భూమి చుట్టూ సూర్యుడి కక్ష్య వృత్తాకారంలోనే ఉన్నా భూమి ఆ వృత్తానికి కేంద్రంలో లేదన్నాడు.

కనుక భూమికి కాసేపు దగ్గరగానూ, కాసేపు దూరంగానూ సూర్యుడు తిరుగుతుంటాడు. సూర్యుడికి, భూమికి మధ్య దూరాల్లో వచ్చే తేడాలకు, రుతువులకు

ఆ విధంగా ముడిపెట్టాడు.

ఖగోళశాస్త్రంలో సంఖ్యాత్మక పద్ధతిని విస్తృతంగా ప్రయోగించి ఎంతో పురోగతి సాధించాడు హిప్పార్కస్. అందుకే ప్రాచీన యుగానికి చెందిన ఖగోళశాస్త్రవేత్తల్లో కెల్లా ఘనుడు అంటారు కొందరు. అయితే ఎన్నో ఖగోళరాసులను అంత ఖచ్చితంగా లెక్కించగలిగినా ఆ విషయాలన్నింటినీ ప్రోదిచేసుకుంటూ ఓ సమగ్రమైన విశ్వ దర్శనాన్ని ఇవ్వలేకపోయాడు. తన పూర్వీకుడైన అరిస్టాటిల్ అలాంటి ఓ విశ్వ దర్శనాన్ని అందించాడు. విశ్వానికి కేంద్రంలో ఓ కేంద్రాగ్ని ఉందని, దాని చుట్టూ సూర్యచంద్రులు, భూమి తిరుగుతూ ఉంటాయని అరిస్టాటిల్ ఎన్నో చెప్పాడు కానీ అందులో శాస్త్రీయత కొరవడింది.

సంపూర్ణ విశ్వ దర్శనాన్ని అందించడమంటే కొన్ని ముఖ్యమైన ప్రశ్నలకు సమాధానాలు రూఢిగా చెప్పగలగడం. విశ్వానికి కేంద్రమేది? ఆ కేంద్రాన్నిబట్టి ఏయే ఖగోళ వస్తువులు, ఎంతెంత దూరాల్లో, ఎలా తిరుగుతున్నాయి? తారలు స్థిరంగా వున్నాయా? లేక నిజంగా ఒక కేంద్రం చుట్టూ తిరుగుతున్నాయా? తారలు నిజంగా తిరుగుతున్నట్టయితే అన్ని తారలు ఒక కేంద్రం చుట్టూ ఎందుకు తిరుగుతున్నాయి?

ఇలాంటి ప్రశ్నలన్నింటికీ ఓ తృప్తికరమైన సిద్ధాంతంలో ఇమిడ్చి సమాధానాలు చెప్పాలి. ఆ సమాధానాలు ఖగోళ పరిశీలనలతో ఖచ్చితంగా సరిపోవాలి. అలాంటి విశ్వ దర్శనాన్ని అందించినవాడు హిప్పార్కస్ తర్వాత సుమారు రెండు శతాబ్దాల తర్వాత రంగ ప్రవేశం చేశాడు. అతని పేరు టోలెమీ. ఆధునిక ప్రమాణాల ప్రకారం అతను అందించిన విశ్వ దర్శనంలో ఎన్నో మౌలికమైన దోషాలు ఉన్నాయి. అయితే ఆ విశ్వ దర్శనంలో రెండు మంచి అంశాలున్నాయి. ఒకటి, అది అప్పటివరకూ తెలిసిన ఖగోళ చలనాలన్నింటినీ ఓ సమగ్ర సిద్ధాంతంలో ఇమిడ్చి ప్రదర్శిస్తుంది. రెండోది, అదో సంఖ్యాత్మకమైన సిద్ధాంతం. అప్పటివరకూ కొన్ని సహస్రాబ్దాలుగా ప్రోదిచేసిన ఖగోళ పరిశీలనలకు ఒక స్థిర రూపాన్నిచ్చి కొత్త పరిశీలనలను వాటికి జత చేసి ఆ పరిశీలనా సముద్రాన్ని కాచి వడపోసిన మహా సిద్ధాంతమది. టోలెమీ కథతో ఆధునిక ఖగోళ శాస్త్రం కథ ఆరంభమవుతుంది.

# 5. టోలెమీ

ప్రాచీన గ్రీకులైన అరిస్టార్కస్, హిప్పార్కస్ తదితరులు ఖగోళ శాస్త్రంలో ఖచ్చితమైన గణిత పద్ధతిని, శాస్త్రీయ పద్ధతిని ప్రవేశపెట్టారని ఇంతకుముందు చెప్పుకున్నాం. ఆ పద్ధతులతో సూర్యుడు, చంద్రుడు మొదలైన ఖగోళ వస్తువుల దూరాలు, పరిమాణాలు మొదలైన రాశులను వీలైనంత నిర్దుష్టంగా అంచనా వెయ్యడానికి ప్రయత్నించారు. అయితే ఆ అంచనాలన్నింటినీ కలుపుతూ విశ్వంలో ఏ వస్తువు ఎక్కడుందో, దేని చలనం దేనిచుట్టూ జరుగుతోందో మొదలైన వివరాలన్నింటినీ ప్రోదిచేసుకుంటూ ఓ సమగ్రమైన విశ్వ నమూనాను అందివ్వలేకపోయారు. ప్రాచీన గ్రీకులు ఆరంభించిన శాస్త్రీయ సాంప్రదాయాన్ని ఓ ఎత్తుకు తీసుకెళ్లి అలాంటి సమగ్రమైన విశ్వ నమూనాను ఇచ్చినవాడు ఒకడున్నాడు. అతని పేరు క్లాడియస్ టోలెమీ (Claudius Ptolemy). ఒక విధంగా ఖగోళ శాస్త్రంలో ప్రాచీన గ్రీకు సాంప్రదాయానికి టోలెమీ పరాకాష్ట అని చెప్పుకోవచ్చు.



**టోలెమీ**

టోలెమీ జీవిత చరిత్ర గురించి మనకు ఎక్కువ వివరాలు తెలియవు. క్రీ.శ. 90–168 ప్రాంతాల్లో జీవించాడు. ఈజిప్ట్‌లోని అలెగ్జాంద్రియాలో జీవించేవాడు. ఆయన గ్రీకు భాషలో రాశాడు. కాని రోమన్ పౌరసత్వం స్వీకరించాడు. ఎందుకంటే, ఆ రోజుల్లో ఈజిప్ట్ రోమన్ సామ్రాజ్యంలో భాగంగా ఉంది.

ఖగోళ శాస్త్రంలో టోలెమీ సాధించిన గొప్ప విజయం ఏమిటంటే అంతకుముందు ఎవరూ చేయనంత నిర్దిష్టంగా గ్రహ చలనాలను ఆయన

**అధి చక్రం - ఆధార చక్రం**

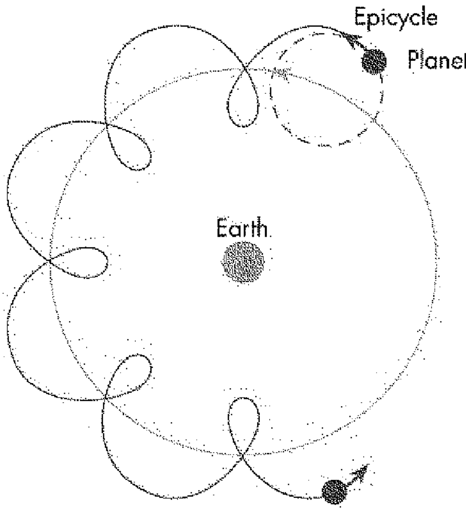
లెక్కించ గలిగాడు. గ్రహ చలనాలను వర్ణించడానికి ఇతను **అధిచక్రాలు** (Epicycles) అనే భావనను వాడుకున్నాడు. ఇది నిజానికి ప్రాచీన గ్రీకుల నుండి వారసత్వంగా వచ్చిందే. అయితే ఈ భావనను విస్తృతంగా వాడి అప్పటికి తెలిసిన ఖగోళ వస్తువులన్నింటికీ వర్తింపజేసిన కారణంగా వీటిని సామాన్యంగా టోలెమీ పేరుతో జతచేస్తారు.

టోలెమీ విశ్వానికి కేంద్రం భూమి అన్నాడు. ఆ కేంద్రం చుట్టూ ఇతర గ్రహాలు కాస్త సంక్లిష్టమైన కక్ష్యల్లో తిరుగుతాయి. కింద చిత్రంలో భూమి B, కాస్త దూరంలో P అనే గ్రహం కనిపిస్తుంది. అదే చిత్రంలో రెండు వృత్తాలు కనిపిస్తాయి. ఒకటి పెద్ద వృత్తం. దాని కేంద్రం భూమి B. దాని వ్యాసార్థం R. రెండో వృత్తం చిన్న వృత్తం. దాని వ్యాసార్థం r. చిన్న వృత్తం యొక్క కేంద్రం A పెద్ద వృత్తం యొక్క పరిధి మీద ఉంటుంది. పెద్ద వృత్తానికి **'ఆధారచక్రం'** (Deferent) అని, చిన్న వృత్తానికి **'అధిచక్రం'** (Epicycle) అని పేరు. ఇప్పుడు గ్రహం P యొక్క చలనాన్ని రెండు వృత్తాకార చలనాల కలయికగా వర్ణిస్తాడు టోలెమీ. ఆ చలనాలను ముందు

వేర్వేరుగా వర్ణించి తర్వాత కలుపుదాం.

A అనే కేంద్రం చుట్టూ చిన్న వృత్తం మీద గ్రహం P తిరుగుతోందనుకుందాం. A కదలకుండా నిశ్చలంగా ఉంది. ఇది మొదటి వృత్తాకార చలనం. ఇప్పుడు A బట్టి P స్థిరంగా ఉందనుకుందాం. A మాత్రం B అనే కేంద్రం చుట్టూ పెద్ద వృత్తం మీద తిరుగుతోందని అనుకుందాం. ఇది రెండో వృత్తాకార చలనం. ఇప్పుడు ఈ రెండు చలనాలు ఒకేసారి జరుగుతున్నాయని ఊహించుకుందాం. గ్రహం P చిన్న వృత్తం మీద A అనే కేంద్రం చుట్టూ తిరుగుతుంటే ఆ A అనే బిందువు పెద్ద వృత్తం మీద B అనే కేంద్రం చుట్టూ తిరుగుతోంది. అలాంటి చలనం వల్ల గ్రహం P యొక్క చలనం కాస్త గజిబిజిగా కింద చిత్రంలో చూపించినట్టు ఉంటుంది. అలా కదిలే గ్రహాన్ని భూమి నుండి చూస్తున్నప్పుడు మొత్తంగా ముందుకే కదులుతున్నా అప్పుడప్పుడూ కొద్దిగా వెనక్కు జరుగుతున్నట్టు అనిపిస్తుంది.

ఆ విధంగా **'అధిచక్రాలు'** అనే భావనతో గ్రహాల గజిబిజి గతులను అద్భుతంగా వివరించగలిగాడు టోలెమీ. ఈ రకమైన గణిత నమూనాను అప్పటికి తెలిసిన ఐదు గ్రహాలకే కాక సూర్య, చంద్రులకు కూడా వర్తింపజేశాడు. ఒక్కొక్క గ్రహ కక్ష్యకు ఒక ప్రత్యేక ఆధారచక్రం, అధిచక్రం ఉంటుంది. ఆ రెండు వృత్తాల వ్యాసార్థాల విలువల్లో భేదాలనుబట్టి గ్రహ కక్ష్యల్లో చెప్పలేనంత వైవిధ్యం కనిపిస్తుంది.



**అధిచక్రాలతో గ్రహాల గజిబిజి గమనాన్ని వర్ణించడం**

ఉదాహరణకు సూర్య చంద్రుల కక్ష్యలు చక్కని వృత్తాలు. అంటే వాటి కక్ష్యల్లో 'అధిచక్రం' లేదన్నమాట. అంటే 'అధిచక్రం' వ్యాసార్థం సున్నా. కేవలం భూమి అనే కేంద్రం చుట్టూ వృత్తాకారంలో తిరుగుతుంటాయి. మార్స్ మొదలైన గ్రహాలకు మాత్రం 'అధిచక్రం' ఉంటుంది.

ఆధునిక దృష్టితో చూస్తే భూమి కేంద్రంగా ఉందనే విశ్వ నమూనాను స్వీకరించి

టోలెమీ సత్యానికి దూరంగా వెళ్లాడు. తనకన్నా పూర్వీకుడైన అరిస్టార్కస్ సత్యానికి మరింత దగ్గరగా వచ్చాడు. ఎందుకంటే అరిస్టార్కస్ ప్రకారం విశ్వానికి కేంద్రం సూర్యుడు. కాని అరిస్టార్కస్‌కన్నా టోలెమీ తన పద్ధతులతో గ్రహ చలనాలను మరింత నిర్దిష్టంగా అంచనా వెయ్యగలిగేవాడు. మరి భవిష్యత్తును ఖచ్చితంగా గణిత పద్ధతులతో నిర్ణయించగలగడం విజ్ఞాన శాస్త్రం యొక్క ముఖ్య లక్ష్యాల్లో ఒకటి. ఆ లక్ష్యాన్ని టోలెమీ అద్భుతంగా సాధించాడు.

టోలెమీ తన భూకేంద్ర నమూనాలోని విశేషాలన్నింటినీ పోగుచేసి ఓ పెద్ద పుస్తకం రాశాడు. దాని పేరు Hemegale Syntaxis (**బృహద్ సంకలనం**). దీనికి అల్మాజెస్ట్ (Almagest) అని మరో పేరు కూడా ఉంది. క్రీ.శ.150 ప్రాంతాల్లో వెలువడ్డ ఆ గ్రంథం కొన్ని శతాబ్దాల పాటు ఖగోళశాస్త్ర సాహిత్యంలో ధ్రువతారలా విరాజిల్లింది. ఒక సహస్రాబ్దానికి పైగా ఆ మహా గ్రంథాన్ని చదివి, చదివించి తరించినవాళ్లేగానీ అందులోని అంశాలను ప్రశ్నించి, పరీక్షించిన మొనగాళ్లులేరు.

అల్మాజెస్ట్ నిజానికి ఒక పుస్తకం కాదు. అది 13 పుస్తకాల 'సంకలనం'.

మొదటి రెండు పుస్తకాల్లోనూ కొన్ని ప్రాథమిక ఖగోళ విశేషాలు వర్ణించబడ్డాయి. సూర్య చంద్రుల, గ్రహాల చలనాలు, ఖగోళ చలనం మొదలైనవన్నీ వర్ణించబడ్డాయి. రాత్రీపగలూ, రుతువులు మొదలైన కాలానుగతమైన మార్పులు వర్ణించబడ్డాయి. ఏ తార ఎప్పుడు, ఎక్కడ ఉదయిస్తుంది? ఎక్కడ అస్తమిస్తుంది? మొదలైన వివరాలన్నీ ఇవ్వబడ్డాయి. ఖగోళ విశేషాలేకాకుండా ఇందులో ఎంతో గణిత విజ్ఞానం కూడా ఉంది. త్రికోణమితిలో ఎన్నో ముఖ్యమైన సూత్రాలు వర్ణించబడ్డాయి. సైన్ పట్టిక కూడా అంతో ఇంతో నిర్దుష్టతతో ఇక్కడ ఇవ్వబడింది.

ఇక మూడో పుస్తకంలో ముఖ్యాంశం సూర్యుడు. సూర్యుడి చలనం గురించి, ఆ చలనానికి, సంవత్సరానికి మధ్య ఉన్న సంబంధం గురించి ఈ పుస్తకం విపులంగా చర్చిస్తుంది. అయితే ఇందులో చాలా భాగం లోగడ హిప్పార్కస్ చర్చించిన విషయాలే.

నాలుగో పుస్తకంలో ముఖ్యాంశం చంద్రుడు. చంద్రుడి చలనానికి, మాసానికి మధ్య ఉన్న సంబంధాన్ని ఈ పుస్తకం విశ్లేషిస్తుంది. టోలెమీ రూపొందించిన ఖగోళ సిద్ధాంతంలో చెప్పుకోదగ్గ విషయాల్లో చంద్రుడి సిద్ధాంతం ఒకటి. చంద్రుడి కక్ష్యలో వచ్చే సూక్ష్మమైన మార్పుల గురించి కూడా ఈ పుస్తకం అద్భుతంగా చర్చిస్తుంది.

ఐదో పుస్తకం ఖగోళ సాంకేతిక అంశాల గురించి. ఇందులో టోలెమీ తన పరిశోధనల్లో వాడిన ఖగోళ పరికరాలను వర్ణిస్తాడు. ముఖ్యంగా ప్రాచీన కాలం

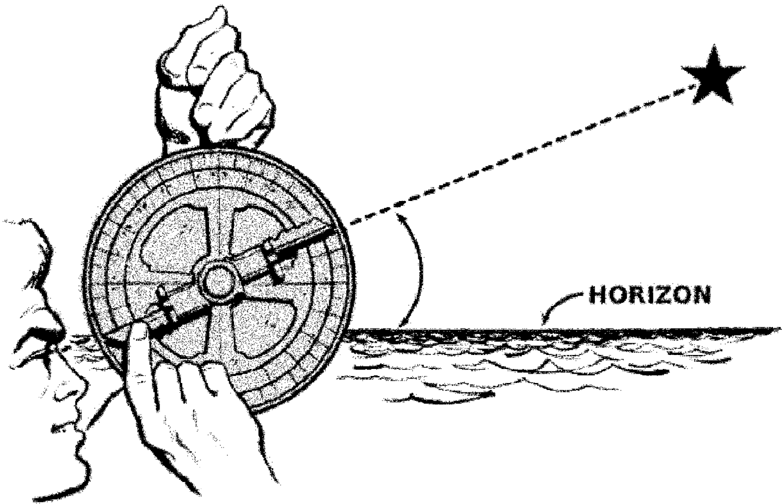
నుండి వాడబడుతున్న Astrolabe (ఆస్ట్రోలేబ్) అనే పరికరాన్ని వివరంగా వర్ణిస్తాడు. ఆస్ట్రో అంటే తార, లేబ్ అంటే తీసుకునేది అని అర్థం. అంటే తారకు సంబంధించిన కొలతలు తీసుకునే పరికరం అన్నమాట. ఇందులో ఉండే కొన్ని చక్రాలు తిప్పుతూ ఆనాటి తేదీని, ఘడియను అందులో సెట్ చేస్తే ఆ సమయంలో సూర్య, చంద్రుల స్థానాలు, గ్రహాల స్థానాలు, కొన్ని ముఖ్యమైన తారల స్థానాలను సూచిస్తుంది.

ఆరో పుస్తకంలో గ్రహాల గురించి చర్చిస్తాడు.

ఏడో, ఎనిమిదో పుస్తకంలో పూర్తిగా తారల గురించి చర్చ ఉంటుంది. విస్తృతమైన తారా పటాలు ఇందులో వర్ణించబడ్డాయి. మొత్తం 1028 తారలను పేర్కొంటూ పటాలున్నాయి. అయితే వాటిలో అధిక శాతం లోగడ హిప్పార్కస్ వర్ణించిన తారలే. ఇక ఆఖరు ఐదు పుస్తకాల్లోనూ గ్రహాల వర్ణన ఉంటుంది. తన 'అధిచక్రాలు' నమూనాను గ్రహ కక్ష్యలకు వర్తింపజేసి వాటిని ఖచ్చితంగా లెక్కించగలిగాడు.

ఆ విధంగా టోలెమీ రాసిన గ్రంథం క్రీ.శ. రెండో శతాబ్దంలో లభ్యమైన ఖగోళ విజ్ఞానాన్నంతటినీ సమగ్ర రూపంలో ప్రదర్శించే విజ్ఞాన సర్వస్వంగా పరిగణించబడింది. కొన్ని శతాబ్దాలపాటు యూరప్‌కే పరిమితమైన దాని ప్రభావం ఒక దశలో యూరప్‌ను దాటింది. 9వ శతాబ్దంలో ఆ పుస్తకం యొక్క ప్రభావం అరేబియాకు పాకింది.

క్రీ.శ. 827లో 'బృహత్ సంకలనాన్ని' అరబిక్ భాషలోకి తర్జుమా చేశారు.




**ఆస్ట్రోలాబ్‌తో తార కోణాన్ని కొలవడం**

అరబిక్‌లో దాని పేరు ‘అల్మాజెస్ట్’. ఆ మాటకు ‘అతిశ్రేష్ఠం’ అని అర్థం. అంటే అంతకన్నా గొప్ప పుస్తకం మరొకటి లేదన్నమాట. యూరప్‌లో మధ్యయుగం నడుస్తున్న సమయంలో వైజ్ఞానిక పిపాస పూర్తిగా అణగారినవేళ అరేబియన్ శాస్త్రవేత్తలు ఖగోళ శాస్త్రాన్ని చక్కగా పోషించారు. పాత ఖగోళ పరికరాలకు మెరుగులు దిద్దారు. ఎన్నో కొత్త నక్షత్రశాలలు నిర్మించారు. బాగ్దాద్ పరిసరాల్లో నిర్మించబడ్డ **ఆల్-షమ్మసియ్యా** నక్షత్రశాల అలాంటిదే. తిరిగి యూరప్ మధ్య యుగపు సుషుప్తి నుండి బయటపడేంత వరకూ అరబ్ పండితులే ఖగోళ విజ్ఞాన దీపం ఆరిపోకుండా కాపాడారు.

మనకు ఐదొందల యేళ్ల క్రితం యూరప్ మధ్యయుగం నుండి తేరుకుని నెమ్మదిగా బయటపడుతున్న తరుణంలో ప్రాచీన గ్రీకుల పరిజ్ఞానం అరేబియా నుండి తిరిగి యూరప్‌కి వచ్చింది. ఆ పునఃప్రవేశం ముఖ్యంగా స్పెయిన్ దేశంలోని **టోలెడో** నగరం ద్వారా జరిగింది. ఆ రోజుల్లో స్పెయిన్‌లోని ఒక భాగాన్ని **మూర్** అనే తెగవారు పాలించేవారు. ఆ మూర్లు మహ్మదీయ మతాన్ని అనుసరించేవారు. కనుక అరేబియాతో వారికి సన్నిహిత సంబంధాలు ఉండేవి. మూర్ల రాజ్యంలో ఉన్న టోలెడో నగరంలో ఓ అద్భుతమైన గ్రంథాలయం ఉండేది. అందులో అరబిక్‌లో రాయబడ్డ ఎన్నో గ్రంథాలు ఉండేవి. క్రీ.శ.1085లో **ఆరవ ఆల్ఫోన్సో** అనే స్పానిష్ రాజు టోలెడోని ఆక్రమించాడు. ఆ ఊళ్లోని గ్రంథాలయం కూడా ఆ విధంగా కొత్త రాజు చేతి కిందకు వచ్చింది. ఆ గ్రంథాలయంలో దాగి ఉన్న విజ్ఞాన సంపద యొక్క విలువను రాజు గుర్తించాడు. అయితే పరాయి భాష అయిన అరబిక్‌లో ఉన్నంత కాలం ఆ సంపద తన దేశస్తులకు ఉపయోగపడదు. కనుక ఆ పుస్తకాలను వీలైనంత త్వరగా యూరోపియన్ భాషల్లోకి అనువదించాలి.

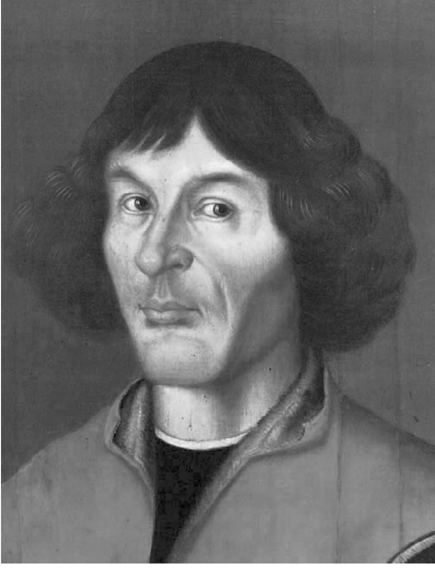
టోలెడోలోని గ్రంథాలయంలోని పుస్తకాలను యుద్ధ ప్రాతిపదికన యూరోపియన్ భాషల్లోకి తర్జుమా చెయ్యడానికి ఓ బృహత్ ప్రణాళికను రూపొందించాడు ఆల్ఫోన్సో రాజు. యూరప్ ఖండంలో నలుమూలల నుండి అనువాదకులు వచ్చి ఆ బృహత్ కార్యక్రమానికి పూనుకున్నారు. ముందుగా అరబిక్ నుండి స్పానిష్‌లోకి అనువదించారు. క్రమంగా స్పానిష్ నుండి అధికార భాష అయిన లాటిన్‌లోకి అనువదించారు.

ఆల్ఫోన్సో రాజు తలపెట్టిన ఈ అనుపమాన అనువాదోద్యమం పుణ్యమా అని యూరప్‌లో పండితుల మెదళ్లకు గొప్ప మేత దొరికింది. కొత్తగా పుట్టుకొచ్చిన ఈ విజ్ఞాన సముద్రంలో విచ్చలవిడిగా ఓలలాడారు. నూతన భావాల విస్ఫులింగాలతో

వారి మేధస్సులు ప్రజ్వరిల్లాయి. వాళ్ల మనస్సుల్లో కదలాడే కోటి కొత్త ఊహలను వాస్తవీకరించుకోవడానికి ఉవ్విళ్లూరారు. ఒక విధంగా ఆ దశలో యూరప్‌లో సంభవించిన సాంస్కృతిక **పునరుద్దీపన** (Renaissance)కి ఈ అరబ్బుల నుండి తెచ్చుకున్న ఈ కొత్త పరిజ్ఞానం ముఖ్య కారణం కావచ్చు.

అరబ్బుల నుండి యూరప్‌కి తిరిగి వచ్చిన పరిజ్ఞానంలో టోలెమీ బోధించిన విశ్వ నమూనా కూడా ఉంది. అయితే సుమారు వెయ్యేళ్ల తర్వాత ఈ నమూనాను పరిశీలించిన యూరోపియన్ పండితులకు ఇది పెద్దగా రుచించలేదు. టోలెమీ నమూనా మీద విమర్శలు బయలుదేరాయి. టోలెమీ నమూనా నచ్చని వారిలో **పదో ఆల్ఫోన్సో** (క్రీ.శ. 1221–1284) కూడా ఉన్నాడు. (ఇతను క్రీ.శ. 1085లో టోలెడోని జయించిన ఆరో ఆల్ఫోన్సో వంశంలో కింది తరంవాడు) అరేబియా నుండి వచ్చిన ఖగోళ సమాచారాన్ని సరిదిద్దుతూ అందులోని దోషాలను సవరిస్తూ అవసరమైతే కొత్తగా ఖగోళ పరిశీలనలు చేసి ఖగోళ పట్టికలు అన్నీ తిరగరాయాలని ఇతను తన ఆస్థాన ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలను ఆదేశించాడు. అలా పుట్టినవే **'ఆల్ఫోన్సో పట్టికలు'** (Alphonsine Tables) ఇతనికి టోలెమీ వాడిన 'అధిచక్రాలు', 'ఆధారచక్రాలు' మొదలైన జంజాటం సుతరామూ రుచించలేదు. 'సృష్టి చేయబోయే ముందు ఆ భగవంతుడు కొంచెం నన్ను సంప్రదించి ఉంటే మరింత సరళమైన ప్రణాళికను సూచించేవాణ్ణి' అంటూ టోలెమీ నమూనా మీద పుల్లవిరుపు వ్యాఖ్యానం చేశాడు.

ఆ మరింత సరళమైన ప్రణాళికను సూచించే వ్యక్తి రంగ ప్రవేశం చెయ్యడానికి మరో రెండు శతాబ్దాలకాలం ఆగాల్సి వచ్చింది.



# 6. నికొలాస్ కొపర్నికస్

పదిహేనో శతాబ్దపు చివరి దశలో మన ఖగోళ విజ్ఞాన పురాణంలోకి రంగ ప్రవేశం చేశాడు కొపర్నికస్. ఇతను పోలెండ్‌లోని **టోరుస్** నగరంలో ఫిబ్రవరి 19, 1473లో పుట్టాడు. పుట్టినప్పుడు తన తల్లిదండ్రులు పెట్టిన పేరు **మికోలాయ్ కొపర్నిక్**. తర్వాత అతను తన పేరును లాటిన్ పద్ధతిలో **కొపర్నికస్** అని మార్చుకున్నాడు. కొపర్నికస్ తల్లిదండ్రులు నికొలాస్, బార్బరాలకు ఇతను ఆఖరు సంతానం. తండ్రి నికొలాస్ రాగి వర్తకంలో బాగా సంపాదించాడు.

కొపర్నికస్‌కి పదేళ్ల వయస్సున్నప్పుడు తండ్రి మరణించాడు. అప్పటి నుండి మేనమామ లూకాస్ వాక్సెన్‌రోడ్ నీడలోనే పెరిగాడు. ఈ మేనమామ వార్మియా అనే ప్రాంతంలో బిషప్‌గా ఉండేవాడు. మేనల్లుడికి మంచి చదువు చెప్పించి ప్రేమగా చూసుకునేవాడు. 1491లో కొపర్నికస్ పైచదువులకని **క్రాకోవ్** విశ్వవిద్యాలయంలో చేరాడు. ఆధునిక పోలెండ్‌లోని క్రాకోవ్ నగరంలో ఉన్న ఈ విశ్వవిద్యాలయం ప్రస్తుతం ప్రపంచంలోని అత్యంత ప్రాచీన విశ్వవిద్యాలయాల్లో ఒకటి. అక్కడ గణితంలో, చిత్రలేఖనంలో శిక్షణ పొందాడు. ఈ దశలోనే అతనికి ఖగోళ శాస్త్రంతో తొలి పరిచయం కలిగి ఉంటుందని చారిత్రకులు అంటారు.

క్రాకోవ్‌లో చదువు పూర్తిచేసుకుని 1496లో తిరిగి జన్మస్థలమైన టోరస్‌కి వచ్చేశాడు. మేనమామ సిఫారసు మీద ఒక స్థానిక చర్చిలో ప్రవచకుడిగా ఉద్యోగం దక్కింది. ఆ విధంగా అడ్డదోవలో దక్కిన ఉద్యోగం తనకు పెద్దవరంలా సంక్రమించింది. ఆ ఉద్యోగం వల్ల జీవితాంతం నిత్యావసరాల లోటు లేకుండా గడచిపోయింది. పొట్టకూటి కోసం కొట్టుమిట్టాడకుండా ఖగోళ పరిశోధనలో పూర్తిగా ద్యాసపెట్టే

అవకాశం ఇచ్చిందా ఉద్యోగం.

ఒకే ఉద్యోగంలో దీర్ఘకాలం పనిచేసినప్పుడు ఆ ఉద్యోగం అంటే విసుగుపుట్టడం సహజం. కాని అలాంటి సందర్భాల్లో ఉన్న ఉద్యోగం వదలి మరింత ఉన్నతమైన ఉద్యోగం సంపాదించడం అంత సులభం కాదు. అలాంటప్పుడు మరింత పెద్ద చదువులు చదివి నైపుణ్యాలను పెంపొందించుకునే ప్రయత్నం చెయ్యాల్సి ఉంటుంది. అలాంటి ఉద్దేశంతోనే 1496లో కొపర్నికస్ ఉన్న ఉద్యోగానికి సెలవు పెట్టి ఇటలీలోని **బొలోనా** నగరానికి పయనమయ్యాడు. అక్కడ బొలోనా విశ్వవిద్యాలయంలో క్రైస్తవ చట్టాన్ని అధ్యయనం చేశాడు. ఆ రోజుల్లో రాజకీయ చట్టం, మత చట్టం వేర్వేరుగా ఉండేవి. ఎన్నో రకాల మత సంబంధమైన నిబంధనలు సామాజిక జీవనాన్ని ప్రభావితం చేసేవి. కనుక అలాంటి చట్టం చదువుకుంటే బోలెడు ఉద్యోగ అవకాశాలు ఉండేవి.

ఆ విధంగా మత చట్టపు చదువులు చదువుకుని మంచి ఉద్యోగంలో స్థిరపడదామనుకుని బొలోనా వెళ్లిన కొపర్నికస్‌కి అక్కడ జీవితాన్ని మలుపుతిప్పే సంఘటనలు ఎదురయ్యాయి. అలాంటి సంఘటనల్లో ఒకటి **డొమెనికో మరియా నొవారా** అనే ఖగోళవేత్తతో పరిచయం. ఈ నొవారా అప్పటికే ఖగోళ శాస్త్రంలో గొప్ప పండితుడిగా పేరు పొందినవాడు. కొపర్నికస్ కన్నా వయస్సులో బాగా పెద్దవాడు. ఖగోళశాస్త్రంలో ఎన్నో విప్లవ భావాలున్నవాడు. తన విప్లవాత్మక భావాలన్నీ కుర్రవాడైన కొపర్నికస్‌కు నూరిపోశాడు. నొవారాతో కొపర్నికస్ సమాగమం గురించి **ఎడ్వర్డ్ రోసెన్** అంటాడు– ‘నొవారా సాంగత్యంలో కొపర్నికస్‌కు జీవితంలో మొట్టమొదటిసారి గా తను ఎంచుకున్న రంగంలో (ఖగోళశాస్త్రం) ప్రాచీన భావ వ్యవస్థను (టోలెమీ బోధనలను) సవాలు చేసే తెగువ గల ధీశక్తి కనిపించింది’.

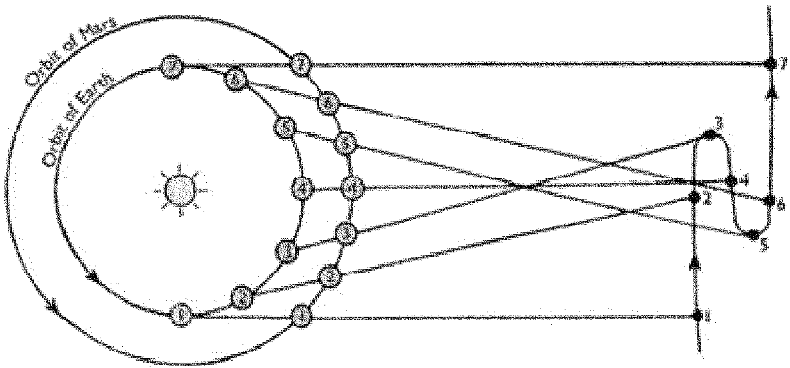
ఆ దశలో కొపర్నికస్‌ని బాగా ప్రభావితం చేసిన మరో సంఘటన ఉంది. అది ఓ వ్యక్తితోకాక ఓ పుస్తకంతో పరిచయం. 1496లో ఓ గొప్ప ఖగోళశాస్త్ర గ్రంథం వెలువడింది. దాన్ని రాసినవాడు **యోహానెస్ ముల్లర్** అనే జర్మన్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త. ఈ ముల్లర్ తదనంతరం కొపర్నికస్‌లాగానే లాటిన్ పద్ధతిలో తన పేరును **రెజియోమోంటానస్** అని మార్చుకున్నాడు. సుమారు వెయ్యిన్నర యేళ్లక్రితం టోలెమీ రాసిన ‘అల్మాజెస్ట్’ అనే గ్రంథానికి రెజియోమోంటానస్ రాసిన పుస్తకం ఓ చక్కని సంక్షిప్త రూపం. అందులో టోలెమీ పరిశోధనల సారాంశాన్ని నలుగురికీ అర్థమయ్యే సరళ భాషలో సంక్షిప్తంగా ప్రకటించాడు. ఆ పుస్తకం పుణ్యమా అని కొపర్నికస్‌కి

టోలెమీ విశ్వ దర్శనంలోని దోషాలు అర్థమై ఉంటాయి. ఆ విశ్వ దర్శనాన్ని ఎలా సవరించాలి అనే విషయం మీద ఆ 23 ఏళ్ల కుర్రాడు మనసులో కొన్ని స్థిరమైన భావాలు రూపుదిద్దుకోసాగాయి.

ఒకటిన్నర సహస్రాబ్దాలుగా టోలెమీ తదితరులు ప్రచారం చేస్తూ వచ్చిన అత్యంత సంక్లిష్టమైన విశ్వ దర్శనానికి బదులు ఓ సరళమైన, నాజూకైన విశ్వ దర్శనం కొపర్నికస్ మనసులో రూపుదిద్దుకోసాగింది. అంత సంక్లిష్టంగా, కలగాపులగంగా ఉండే టోలెమీ విశ్వ దర్శనం కన్నా మేలైన సిద్ధాంతం తప్పకుండా ఉండి తీరుతుందని కొపర్నికస్‌కి ఎప్పుడూ అనిపించేది. టోలెమీ విశ్వదర్శనం పట్ల తన యేహ్యా భావాన్ని ఈ విధంగా వ్యక్తంచేస్తాడు కొపర్నికస్. 'మానవ శరీరాన్ని చిత్రించబోయిన ఓ చిత్రకారుడు చేతులు, కాళ్లు, తల మొదలైన వివిధ అంగాలను వేర్వేరు వ్యక్తులను చూసి గీసినప్పుడు ఆ అవయవాల చిత్రాలను వేర్వేరుగా చూసినప్పుడు బాగానే ఉ న్నా ఒకదానితో ఒకటి అతకవు కనుక అలా నిర్మితమైన మానవ రూపం అందవిహీనంగా, జుగుప్సాకరంగా ఉంటుంది'. టోలెమీ సిద్ధాంతం అలాంటి మానవ రూపాన్ని పోలి ఉందని కొపర్నికస్ భావం. అలాంటి భావాలతో టోలెమీ సిద్ధాంతానికి దీటుగా ఓ చక్కని ప్రతి సిద్ధాంతానికి ఊపిరిపోశాడు కొపర్నికస్. ఈ రెండు సిద్ధాంతాల్లోని తేడా ఎక్కడ వస్తుందో ఓ చిన్న ఉదాహరణతో గమనించ వచ్చు.

టోలెమీ విశ్వంలో భూమి కేంద్రంగా ఉంటుంది. సూర్యుడు, చంద్రుడు, అంతవరకూ తెలిసిన ఇతర గ్రహాలన్నీ భూమి చుట్టూ తిరుగుతూ ఉంటాయి. భూమి నుండి చూస్తుంటే మొత్తం విశ్వం భూమి చుట్టూ తిరుగుతున్నట్టే కనిపిస్తుంది మరి. భూమి చుట్టూ తిరుగుతున్నాయన్న మాటేకానీ టోలెమీ సిద్ధాంతంలో గ్రహాలు వృత్తాకారంలో సంచరించవు. పెద్ద చక్రంలో చిన్న చక్రం కదులుతున్నట్టుగా 'అధిచక్రాలు' అనే భావన సహాయంతో టోలెమీ గ్రహ చలనాలను వర్ణించిన సంగతి అంతకుముందే చెప్పుకున్నాం. టోలెమీ సిద్ధాంతంలో సూర్యుడు మాత్రం భూమి చుట్టూ చక్కని వృత్తాకార కక్ష్యలో కదులుతాడు. కాని గ్రహాలు మాత్రం చిత్రమైన గజిబిజి గతులతో ఆకాశంలో ముందుకూ వెనకకూ కదులుతున్నట్టు కనిపిస్తాయి. మామూలుగా ఒక దిశలో కదులుతున్న గ్రహం మధ్యమధ్యలో కాస్త వెనక్కు కదిలినట్టుగా కనిపించే చలనాన్నే **తిర్యక్ చలనం** (Retrograde Motion) అంటారు.

కాని కొపర్నికస్ విశ్వానికి కేంద్రం భూమికి బదులుగా సూర్యుడు కావచ్చునని ఊహించాడు. సూర్యుడి చుట్టూ భూమేకాక ఇతర గ్రహాలు కూడా వృత్తాకార కక్ష్యల్లో




**గ్రహాలన్నీ సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతున్నాయి కనుక భూమి నుండి మరో గ్రహాన్ని చూస్తున్నప్పుడు అది గజిబిజిగా కనిపించే అవకాశం ఉందని నిరూపించిన తీరు**

తిరుగుతున్నాయని ఊహించుకున్నాడు. అలాంటప్పుడు భూమి నుండి మరేదైనా గ్రహాన్ని గమనించినట్టయితే దాని గమనం టోలెమీ చెప్పినట్టుగానే, ఖగోళ పరిశీలనల్లో కనిపించినట్టుగానే ముందుకూ వెనకకూ కదులుతున్నట్టు ఉంటుంది.

పై చిత్రంలో సూర్యుడి చుట్టూ రెండు గ్రహాలు వృత్తాకార కక్ష్యల్లో కదులుతున్నాయి. ఇప్పుడు రెండు గ్రహాలలోనూ లోపలి గ్రహం (భూమి) నుండి బయటి గ్రహం (ఉదాహరణకు మార్స్) యొక్క చలనాన్ని గమనించాలి. లోపలి గ్రహం దాని కక్ష్యలో 1 వద్ద ఉన్నప్పుడు బయటి గ్రహం కూడా దాని కక్ష్యలో 1వద్ద ఉంటుంది. ఇప్పుడు లోపలి గ్రహం నుండి బయటి గ్రహాన్ని చూస్తున్నప్పుడు అది 1-1 స్థానాలను కలుపుతూ పొడిగించిన రేఖ మీద ఎక్కడో మార్స్ ఉన్నట్టు ఉంటుంది. గ్రహాల చలనం అన్నప్పుడు వాటి దిశను మాత్రమే పట్టించుకుంటున్నాం. కనుక ఆ స్థితిలో మార్స్ కుడి పక్కన కనిపిస్తున్న S ఆకారపు రేఖ మీద 1 స్థానం వద్ద ఉన్నట్టు కనిపిస్తుంది. అలాగే భూమి 2వ స్థానం వద్దకు వచ్చేసరికి మార్స్ కూడా 2వ స్థానానికి వస్తుంది. అప్పుడు 2-2 రేఖను పొడిగిస్తే S ఆకారపు రేఖ మీద 2వ స్థానం వద్ద ఉన్నట్టు కనిపిస్తుంది. ఆ విధంగా భూమి, మార్స్‌లు రెండూ సూర్యుడి చుట్టూ వృత్తాకారంలో తిరుగుతున్నా రెండింటి వేగాల్లో భేదం ఉండడం వల్ల భూమి నుండి మార్స్‌ను చూస్తున్నప్పుడు మార్స్ గమనం సంక్లిష్టంగా కనిపిస్తుంది. కుడి పక్కన గీయబడ్డ S ఆకారంలా.

ఒక్క మాటలో చెప్పాలంటే భూమి కేంద్రంగా అనుకున్నప్పుడు సంక్లిష్టంగా కనిపించిన గ్రహ చలనాలు, సూర్యుడు కేంద్రంగా అనుకున్నప్పుడు అత్యంత సరళంగా

కనిపించాయి. కొపర్నికస్ ప్రతిభ అంతా ఈ సత్యాన్ని గమనించడంలోనే ఉంది.

**ఏడు ముఖ్యమైన కొపర్నికస్ ఖగోళ సూత్రాలు:**

1. ఖగోళ వస్తువుల చలనాలన్నింటికీ కేంద్రం ఒక్కటి కాదు

2. విశ్వానికి కేంద్రం భూమి కాదు

3. విశ్వానికి కేంద్రం సూర్యుడికి సన్నిహితంగా ఉంది

4. భూమికీ సూర్యుడికీ మధ్య దూరం, భూమికీ తారలకీ మధ్య దూరంతో పోలిస్తే అత్యల్పం

5. భూమి తన అక్షం మీద తాను తిరగడమే తారల **దృగ్గోచర** (Apparent) చలనానికి కారణం

6. యేడాది పొడవునా కనిపించే సూర్యుడి చలనానికి కారణం భూమి సూర్యుడి చుట్టూ పరిభ్రమించడమే. భూమేకాక గ్రహాలన్నీ సూర్యుడి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్నాయి.

7. కొన్ని గ్రహాల దృగ్గోచర (Apparent) తిర్యక్ చలనానికి (Retrograde motion) కారణం కదిలే భూమి నుండి కదిలే గ్రహాన్ని చూడడం వల్ల ఏర్పడే దృశ్య భ్రాంతి మాత్రమే.

కొపర్నికస్ ప్రతిపాదించిన సూత్రాల ఆధారంగా పరిశీలిస్తే ఖగోళ చలనాలన్నీ అత్యంత తేటతెల్లంగా, చిక్కుముడి వీడినట్టు విడిపోయాయి. అతి జటిలమైన టోలెమీ విశ్వ నమూనా స్థానంలో ఈ కొత్త నమూనా ప్రవేశించింది. ఈ కొత్త నమూనాకు కేంద్రంలో ఓ విప్లవాత్మకమైన భావన ఉంది. అది విశ్వానికి కేంద్రం భూమి కాదన్న భావన. భూమి స్థానంలో ఇప్పుడు సూర్యుడు వచ్చి చేరాడు. పైగా కొపర్నికస్ భావజాలంలో విశ్వానికి కేంద్రం ఖచ్చితంగా సూర్యుడు కూడా కాదు. సూర్యుడికి సన్నిహితంగా ఆ కేంద్రం ఉందని ఊరుకున్నాడు కొపర్నికస్.

1510లో కొపర్నికస్ తన నూతన భావాలను పొందుపరుస్తూ ఓ చిన్న ఇరవై పేజీల వ్యాసం రాశాడు. దాని పేరు **'కామెంటారియోలస్'** (Commentariolus). అంటే లాటిన్‌లో **'లఘు భాష్యం'** అని అర్థం. ఆ వ్యాస ప్రతులను కొంతమంది స్నేహితులకు, సన్నిహితులకు పంచాడు. కాని ఆశించినట్టుగా ఆ వ్యాసానికి గణనీయమైన స్పందన రాలేదు. దానికి ఒక కారణం–ఆ రోజుల్లో కొపర్నికస్ పేరు పెద్దగా ఎవరికీ తెలియదు. పైగా ఆ పుస్తకాన్ని చదివిన వారి సంఖ్య కూడా తక్కువే.

అంత ప్రగాఢమైన సిద్ధాంతానికి పెద్దగా స్పందన లేకపోవడం చూసి కొపర్నికస్ నిరుత్సాహపడలేదు. 1512లో అతని మేనమామ లూకాస్ మరణించాడు.

(రాజభటులు అతనికి విషంపెట్టి చంపారని అంటారు).

అప్పటినుంచి కొపర్నికస్ తన ఖగోళ పరిశోధనల్లోనే పూర్తిగా మునిగిపోయాడు. ఖచ్చితమైన లెక్కలతో, సమర్థింపుగా వాడుకోదగ్గ ఖగోళ పరిశీలనలతో తన సిద్ధాంతాన్ని నిగ్గుతేల్చుకునే కార్యంలో మునిగిపోయాడు. **ఫ్రాపెన్‌బర్గ్** అనే ఊళ్లో ఒక కోటలో తనకంటూ ఓ ప్రత్యేక **నక్షత్రశాల** (Observatory) నిర్మించుకున్నాడు. అంతవరకూ ఎప్పుడూ తన పూర్వీకుల పరిశీలనల ఆధారంగా సిద్ధాంతాలు కూర్చడం తప్ప సొంతంగా పరిశీలనలు చేయనివాడు ఇప్పుడు తన సిద్ధాంతాలను మరింత బలపర్చుకోవడం కోసం సొంతంగా పరిశీలనలు మొదలుపెట్టాడు. అలా ఓ 30 ఏళ్లపాటు ఏ విప్లవాత్మక భావాలతో అయితే ఒక ఖగోళవేత్తగా తన జీవితాన్ని ప్రారంభించాడో ఆ భావాల సంస్థాపన కోసం కృషి చేశాడు.

అయితే వైజ్ఞానిక సమాజాలు కొపర్నికస్ భావాలను సులభంగా సమ్మతించలేదు. ఈ కొత్త సిద్ధాంతానికి ఎంతో వ్యతిరేకత ఎదురైంది. దానికి మొదటి కారణం అప్పటికే ప్రజలు ఒకటిన్నర సహస్రాబ్దాలుగా టోలెమీ నమూనాకు అలవాటు పడిపోయారు. టోలెమీ నమూనాలో **అధిచక్రాలు** అసలేమిటి? అంత సంక్లిష్టంగా గ్రహాలు ఎందుకు తిరుగుతున్నాయి? మొదలైన ప్రశ్నలను పక్కనపెడితే ఆ నమూనా గ్రహ చలనాలను ఖచ్చితంగా వర్ణించగలుగుతుంది. టోలెమీ నమూనా సహాయంతో ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు ఎన్నో శతాబ్దాలుగా ఫలానా సమయంలో ఏ గ్రహం ఎక్కడ ఉంటుందో ఖచ్చితంగా లెక్క వేయగలిగేవారు. కొపర్నికస్ సిద్ధాంతానికి ఇంకా అంత నిర్దుష్టత అలవడలేదు.

కొపర్నికస్ సిద్ధాంతానికి వ్యతిరేకత ఎదురుకావడానికి మరో కారణం కూడా ఉంది. అన్ని శతాబ్దాలుగా భూమి స్థిరంగా ఉందన్న భావనకు అలవాటుపడ్డ జనం ఇప్పుడు భూమి సూర్యుడి చుట్టూ కదులుతోందన్న భావనను సులభంగా జీర్ణించుకోలేక పోయారు. ఒక వాహనంలో మనం వేగంగా ప్రయాణిస్తున్నప్పుడు (వాహనానికి టాపు లేదనుకుంటే) గాలి వాటుకు జుట్టు చెదిరి వెనక్కు పడుతుంది. అందుచేత భూమి కదులుతున్నట్టయితే నిరంతరం ప్రచండ వాయువులు వీస్తూ భూతలం అంతా అల్లకల్లోలంగా ఉండాలి. సముద్రాలు అతలాకుతలమై కెరటాలు ఖండాలను ముంచెత్తుతూ ఉండాలి. కాని భూమ్మీద అలాంటి సంఘటనలు అప్పుడప్పుడూ, అక్కడక్కడా తప్ప నిత్యం జరగడంలేదు. కనుక భూమి కదిలే ప్రసక్తేలేదు.

పదహారో శతాబ్దంలో 'జడత్వం' (Inertia) అనే భావన గురించి ఇంకా మనుషులకు తెలియదు. సమ వేగానికి, నిశ్చలత్వానికి మధ్య తేడా లేదన్న భావన

తదనంతరం గెలీలియోతో మొదలై న్యూటన్ గతి నియమాల్లో స్థిర రూపం దాల్చింది. పదహారో శతాబ్దం మాట పక్కన పెడితే పందొమ్మిదవ శతాబ్దపు చివరి దశల్లో కూడా సామాన్య ప్రజానీకంలో చలనం గురించి చిత్రమైన అపోహలు చలామణిలో ఉండేవి. ఆ రోజుల్లో గంటకు పదిహేను మైళ్ల వేగానికి మించిపోలేని వాహనాల్లో ప్రయాణించడం ఆరోగ్యానికి హానికరం అనుకునేవారు. అలాంటి నేపథ్యంలో సూర్యుడి చుట్టూ భూమి విపరీతమైన వేగంతో (ఆధునిక అంచనాల ప్రకారం గంటకు వెయ్యి మైళ్ల వేగం) ప్రయాణిస్తుందన్న భావన ప్రజలకు సులభంగా కొరుకుడు పడలేదు.

కొపర్నికస్ భావాలకు మరింత బలమైన, ప్రమాదకరమైన వ్యతిరేకత మతం నుండి వచ్చింది. దైవం అనే నిగూఢ తత్వం గురించి బోధించడం, ఆ తత్వాన్ని చేరుకోవాలంటే మనిషి ఎలా జీవించాలో నేర్పించడం–ఇదీ మతం యొక్క ప్రయోజనం. కాని ఎన్నోసార్లు మతం ఈ హద్దులను దాటి ప్రవర్తిస్తుంది. మానవ జీవనం గురించి, మానవ ప్రవర్తన గురించేకాక ప్రకృతి గురించి, విశ్వం గురించి రకరకాలుగా నిరాధారిత వ్యాఖ్యానాలు చేస్తూ ఆ భావాలను గుడ్డిగా ఒప్పుకోమని ఆ మతస్థుల మీద ఒత్తిడి తెస్తుంది. ఇంకా కొన్ని విపరీత సందర్భాల్లో అలా ఒప్పుకోకుండా ఉండేవారిని దండిస్తుంది. కొన్నిసార్లు ఆ దండన మరణదండన వరకూ కూడా వెళ్లొచ్చు. (కొపర్నికస్ తదనంతరం ఆ భావాలను ప్రచారం చేసిన **జోర్డానో బ్రూనో** అనే ధీరాత్ముడి విషయంలో సరిగ్గా అదే జరిగింది. మతం ఒప్పుకోని విజ్ఞానాన్ని బోధించిన పాపానికి అతన్ని బహిరంగంగా సజీవ దహనం చేశారు.)

ఈ కారణాల చేత కొపర్నికస్ తన భావాలను మొదట్లో విస్తృతంగా ప్రచారం చెయ్యలేదు. అయితే నెమ్మదిగా ఆ నోటా, ఈ నోటా నాని అతని సిద్ధాంతాలు నలుగురికీ తెలిశాయి. విషయాన్ని మరింత విపులంగా ప్రచారం చెయ్యమని పలువురు ప్రోత్సహించారు. అలా ప్రోత్సహించిన వారిలో **నికొలాస్ ఫాన్ ష్యోన్బర్గ్** అనే ఓ కార్డినల్ (మతాధికారి) కూడా లేకపోలేదు. నలుగురి ప్రోత్సాహంతో ధైర్యం వచ్చిన కొపర్నికస్ చివరికి 1543లో తన సిద్ధాంతాలన్నింటినీ పొందుపరుస్తూ De Revolutionibus Orbium Coelestium అనే పుస్తకం రాసి ప్రచురించాడు.

పుస్తకాన్ని ప్రచురించాడేకానీ కొపర్నికస్ మనసులో ఓ మూల మతం ఎలా స్పందిస్తుందో అనే భయంలేకపోలేదు. కొపర్నికస్‌కే కాదు మత వర్గంలో కొపర్నికస్ భావాల గురించి తెలిసిన ఎందరినో అదే భయం పీకుతోంది. అలా భయపడ్డ వారిలో **ఆండ్రియాస్ ఓసియాండర్** అనే ప్రవచకుడు కూడా ఉన్నాడు. మతాధికారులు

మరీ ఇదిగా కొపర్నికస్ పుస్తకానికి కాస్త అనునయిస్తూ ఓ 'ముందు మాట' రాస్తే పరిస్థితులు విషమించకుండా ఉంటాయని ఇతనికి అనిపించింది. ఆ ఉద్దేశంతో ఓసియాండర్ కొపర్నికస్ పుస్తకానికి ఓ ముందు మాట రాశాడు. అందులో 'విశ్వానికి సూర్యుడు నిజంగా కేంద్రం అని సూచించడం కొపర్నికస్ ఉద్దేశం కాదు. సూర్యుణ్ణి విశ్వానికి కేంద్రంగా తీసుకోవడం కేవలం ఒక అనువైన గణిత ప్రక్రియ. అలా అనుకుంటే గ్రహ చలనాల వివరాలను మరింత సులభంగా లెక్కించవచ్చు' అంటూ కాస్త రాజకీయ ఫక్కీలో కొపర్నికస్ సిద్ధాంతాల పదును కాస్త మెత్తబడేలా చేస్తూ రాశాడు.

ఈ ముందు మాట వల్లనో, మరే ఇతర కారణం వల్లనో తెలియదు కానీ కొపర్నికస్ రాసిన మహా గ్రంథానికి తొలి దశల్లో పెద్దగా స్పందన లేకపోయింది. పట్టుమని నాలుగొందల కాపీలు అమ్ముడుపోవడం గగనమైంది. అయితే తన పుస్తకానికి అలాంటి స్పందనను చూసి నిస్పృహ చెందడానికికానీ, తదనంతరం వచ్చిన మన్ననకు సంతోషించడానికికానీ కొపర్నికస్ మరి లేదు. ఆ పుస్తకం వెలువడిన సంవత్సరమే 1543లో ఆ శాస్త్ర లోకపు మార్గగామి కన్నుమూశాడు.


NICOLAI COPERNICI TORINENSIS DE REVOLVTIONIBUS orbium cœlestium, Libri VI.

IN QVIBVS STELLARVM ET FIXARVM ET ERRATICARVM MOTVS, EX VETERIBUS atq; recentibus obseruationibus, restituit hic autor. Præterea tabulas expeditas luculentasq; addidit, ex quibus eosdem motus ad quoduis tempus Mathematum studiosus facillime calculare poterit.

ITEM, DE LIBRIS REVOLVTIONVM NICOLAI Copernici Narratio prima, per M. Georgium Ioachimum Rheticum ad D. Ioan. Schonerum scripta.

Cum Gratia & Priuilegio Cæs. Maiest.

BASILEAE, EX OFFICINA HENRICPETRINA.

NICOLAI COPERNICI

net, in quo terram cum orbe lunari tanquam epicyclo contineri diximus. Quinto loco Venus nono mense reducitur. Sextum denique locum Mercurius tenet, octuaginta dierum spacio circu currens. In medio uero omnium residet Sol. Quis enim in hoc

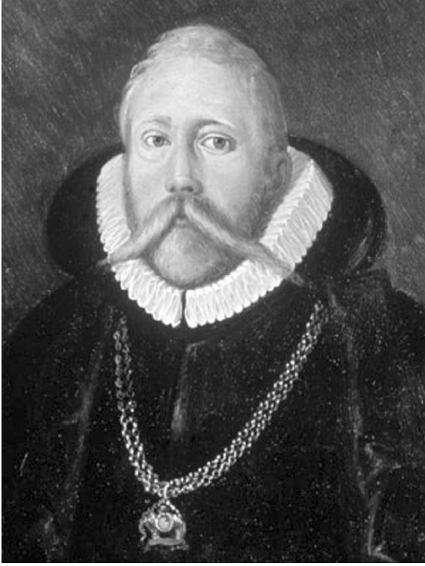
pulcherrimo templo lampadem hanc in alio uel meliori loco poneret, quàm unde totum simul possit illuminare? Siquidem non inepte quidam lucernam mundi, alij mentem, alij rectorem uocant. Trimegistus uisibilem Deum, Sophoclis Electra intuentē omnia. Ita profecto tanquam in solio regali Sol residens circum agentem gubernat Astrorum familiam. Tellus quoque minime fraudatur lunari ministerio, sed ut Aristoteles de animalibus ait, maximam Luna cum terra cognationē habet. Cōcipit interea à Sole terra, & impregnatur annuo partu. Inuenimus igitur sub hac

కొపర్నికస్ భావాలు సమాజంలో విస్తృతంగా వ్యాపించడంలో ముఖ్య పాత్ర పోషించిన వాడు ఇంగ్లండ్‌కు చెందిన ఒక ఖగోళ శాస్త్రవేత్త ఉన్నాడు. అతని పేరు **లియొనార్డ్ డిగెస్**. కొపర్నికస్ రాసిన De Revolutionibus మీద ఇతను ఇంగ్లీష్‌లో వ్యాఖ్యానం రాస్తూ A General Prognostication అనే పుస్తకం రాశాడు. Prognostication అంటే **భవిష్యద్దర్శనం**. కొపర్నికస్ భావాలను వెంటనే స్వీకరించకుండా ఎందుకు తాత్సారం చేస్తున్నాం? అని నాటి సమాజాన్ని ప్రశ్నించిందీ పుస్తకం. కొపర్నికస్ పుస్తకం పండితుల భాష అయిన లాటిన్‌లో ఉంది. అది జన బాహుళ్యానికి అందుబాటులో లేని భాష. కాని డిగెస్ తన పుస్తకాన్ని ఇంగ్లీష్‌లో రాశాడు. 1553లో అంటే కొపర్నికస్ పుస్తకం వెలువడ్డ పదేళ్ల తర్వాత వెలువడ్డ ఈ పుస్తకం బ్రహ్మాండంగా అమ్ముడుపోయింది.

లియొనార్డ్ డిగెస్ కొడుకు **థామస్ డిగెస్**కి కూడా ఖగోళ శాస్త్రంలో ప్రవేశముంది. తండ్రి రాసిన పుస్తకానికి మరిన్ని మెరుగులు దిద్ది ఇతను 1576లో మరో పుస్తకం ప్రచురించాడు. దాని పేరు Prognostication Everlasting (శాశ్వతంగా నిలిచే భవిష్యద్దర్శనం). కొపర్నికస్ భావాలకు సమాజ స్పందనను చూసి విసుగుపుట్టి **'వీళ్లిక మారరు'** అనే ఫక్కీలో ఎంచుకున్నట్టు ఉంది ఆ పుస్తకం పేరు.

ఆ పుస్తకంలో కొపర్నికస్ చెప్పినట్టే సూర్యుడు విశ్వానికి కేంద్రం అనే భావనను వ్యక్తంచేశాడు థామస్ డిగెస్. అయితే అక్కడితో ఆగలేదు. విశ్వం అనంతం అనే భావనను ఆ పుస్తకంలో వ్యక్తంచేస్తాడు. సూర్యుడు కేంద్రంగా గ్రహాలన్నీ దాని చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్నట్టు, వాటికి దూరంగా అసంఖ్యాకమైన తారలు అనంతంగా విస్తరించి ఉన్నట్టు ఆ పుస్తకం వర్ణిస్తుంది. అలాంటి వర్ణనకు అద్దంపడుతూ ఆ పుస్తకంలో ఓ బొమ్మ కూడా వేశాడు. తన పూర్వీకులు ఒక పక్క సూర్యుడు కేంద్రమా, భూమి కేంద్రమా అని తర్జనభర్జనలు పడుతూ అక్కడితో ఆగిపోతే అసంఖ్యాకమైన తారలతో కూడుకున్న అనంత విశ్వాన్ని ఊహించగలగడం నిజంగా గొప్ప విషయమే. ఆ దెబ్బతో తారలన్నీ ఓ 'తారా గోళం' మీద పొదగబడి ఉన్నాయన్న భావన ఎగిరిపోయింది. అప్పటికి ఆధారాలులేనప్పటికీ ఆధునిక విశ్వ భావనకు చాలా దగ్గరగా వచ్చాడాయన.

డిగెస్ భయపడినట్టు సమాజం శాశ్వతంగా తాత్సారం చేస్తూ ఉండిపోలేదు. **కెప్లర్** తదితరులు కోపర్నికస్ భావాలను అందిపుచ్చుకుని వాటికి తీరైన గణితపు హంగు కూర్చారు. కెప్లర్ రూపొందించిన సూత్రాలకు కావాల్సిన పరిశీలనా సంపదను టైకో బ్రాహే పోగుచేశాడు. ఆ కథ గురించి ఇప్పుడు చెప్పుకుందాం.



# 7. టైకోబ్రాహే

టైకోబ్రాహే డిసెంబర్ 14, 1546లో స్కేన్ అనే ఊళ్లో జన్మించాడు. ఈ ఊరు ఆధునిక స్వీడన్ దేశంలో ఉన్నా ఆ రోజుల్లో అది డెన్మార్క్ దేశంలో ఉండేది. ఇతని తండ్రి పేరు ఆటో బ్రాహే, తల్లి బియెట్ బిల్. ఆటో, బియెట్‌లకు ఆ పిల్లవాడు రెండో సంతానం. అంతకుముందు ఓ బిడ్డ పుట్టగానే చనిపోయాడు. దానితో ఆ తల్లిదండ్రులు ఆ పసివాడి మీదనే తమ ఆశలన్నీ పెట్టుకున్నారు. ఆటోకి యోర్గెన్ అని ఓ సోదరుడు ఉన్నాడు. ఇతను డేనిష్ నౌకాదళంలో అడ్మిరల్‌గా ఉండేవాడు. ఇతనికి పెళ్లయ్యిందికానీ సంతానం లేదు. పైగా పిల్లలు పుట్టరని కూడా తెలిసింది. ఆటోకి మొదటి బిడ్డ పుట్టాక ఒకసారి యోర్గెన్ తన అన్న ఆటోతో రెండో బిడ్డ పుడితే తనకు ఆ బిడ్డను దత్తత ఇవ్వాలని ఒక ఒప్పందం చేసుకున్నాడు. కాని మొదటి సంతానం అలా అందిరాకపోవడంతో లేకలేకపుట్టిన రెండో సంతానాన్ని దూరం చేసుకోవడానికి ఆటోకి మనస్కరించలేదు. యోర్గెన్ తన మనసులో ఓ దురాలోచన పెట్టుకుని అదను కోసం వేచిచూశాడు. ఆటోకి మరో బిడ్డ పుట్టగానే ఒక రోజు గుట్టుగా టైకోను దొంగిలించి తను ఉండే టోస్ట్రుప్ అనే ఊరుకు తీసుకుపోయాడు. తల్లిదండ్రులు కొంతకాలం బాధపడ్డారు. అయితే బియెట్ ఆ తర్వాత మరో పదిమంది సంతానాన్ని కంది. దానితో పెద్ద పిల్లవాడులేని లోటు కొంతవరకూ తీరింది. కాని లేని ఆ ఒక్క పిల్లవాడు ప్రపంచ విఖ్యాత ఖగోళ శాస్త్రవేత్త అయ్యి తమ ఇంటి పేరు నిలబెడతాడని వాళ్లకు అప్పుడు తెలియదు.

ఆ విధంగా టైకో చిన్నతనం బాబాయ్ యోర్గెన్ బ్రాహే పెంపకంలో గడిచింది. పిల్లవాడికి లాటిన్ భాషలో మంచి శిక్షణ ఇప్పించాడు యోర్గెన్. 1559లో అంటే 13 ఏళ్ల వయస్సులో కాలేజీ చదువుల కోసం **కోపెన్ హాగెన్**లో ఉన్న యూనివర్సిటీ

ఆఫ్ కోపెన్ హాగెన్‌కి పంపించాడు. లాటిన్ చదువుతోపాటు అలాంటి ప్రతిష్ఠాత్మక మైన విశ్వవిద్యాలయంలో చదువుకుంటే తదనంతరం తనలాగే రాజుగారి సేవలో టైకో తరిస్తాడని ఆ బాబాయ్ ఆశ.

కాని త్వరలోనే యోర్గెన్ ఆశకు గ్రహణం పట్టింది. దానికి కారణం 21 ఆగస్ట్ 1560లో కోపెన్ హాగెన్‌లో పట్టిన సూర్య గ్రహణం. నిజానికి ఆ ఊళ్లో పాక్షిక గ్రహణం మాత్రమే కనిపించింది. కాస్త దక్షిణాన ఉన్న పోర్చుగీస్ దేశంలో పూర్తి గ్రహణం పట్టిందని చెప్పుకున్నారు. 13 ఏళ్ల టైకో కోపెన్ హాగెన్‌లో ఆ గ్రహణం చూశాడు. పూర్తి గ్రహణం కాకపోవడంతో అంత సంచలనాత్మకంగా ఏమీ లేదు. కాని ఆ పిల్లవాణ్ణి ఒక విషయం బాగా ఆకట్టుకుంది. ఆ గ్రహణం పడుతుందని ఎంతోకాలంగా జనం ఎదురుచూడడం అతనికి ఎంతో ఆశ్చర్యం కలిగించింది. తారల మధ్య చందమామ ఎలా కదులుతుంటాడో, ఎప్పుడు ఎక్కడ ఉంటాడో అన్నీ పట్టికల్లో ఉంటాయట! ప్రాచీన కాలం నుండి ఈ పట్టికలు తరతరాలుగా వారసత్వంగా వస్తున్నాయట! అలాంటి సమాచారంలో కొంత ఎంతో దూరంలో ఉన్న అరేబియా నుండి వచ్చిందట! ఇవన్నీ విన్న ఆ పిల్లవాడి మనసులో గాఢమైన ముద్రపడింది. 'ఖగోళ వస్తువుల చలనాలను మనుషులు అంత ఖచ్చితంగా అర్థంచేసుకో గలుగుతున్నారూ అంటే, ఏది ఎప్పుడు ఎక్కడ ఉంటుందో అంత ఖచ్చితంగా ముందే నిర్ణయించగలుగుతున్నారూ అంటే అదేదో గొప్ప మహిమలా తోచింది' అని తదనంతరం ఆ అనుభవం గురించి చెప్పుకుంటాడు.

టైకోకి ఖగోళ శాస్త్రం పట్ల ఆకర్షణ నానాటికీ పెరగసాగింది. కోపెన్ హాగెన్ విశ్వవిద్యాలయంలో గణితం, ఖగోళశాస్త్రం చదువుకున్నాడు. ఆ 'ఖగోళ శాస్త్రం పిచ్చి' త్వరలోనే వదలిపోతుందిలే అని బాబాయ్ ఒక పక్క ఎదురుచూడసాగాడు. కాని టైకో విషయంలో ఆ పిచ్చి అంత త్వరగా వదిలేలా లేదు. ఆ కాలంలోనే టోలెమీ రాసిన పుస్తకం యొక్క లాటిన్ ప్రతి కొనుక్కున్నాడు. దాన్ని క్షుణ్ణంగా చదివి దాని మీద తన అవగాహన కోసం బోలెడంత వ్యాఖ్యానం కూడా రాసుకున్నాడు.

కోపెన్ హాగెన్‌లో చదువు పూర్తయ్యాక మరింత ఉన్నత చదువుల కోసం టైకోను డెన్మార్క్‌కి పంపాడు బాబాయ్. ఆ పంపినవాడు ఊరికే పంపకుండా వెడెల్ అనే మరో కుర్రాణ్ణి కాపలా పెట్టి పంపాడు. బాబాయ్ పోరు భరించలేక **లీప్జిగ్** నగరంలోని ప్రఖ్యాత విశ్వవిద్యాలయంలో న్యాయ విద్యలో చేరాడు. స్వతహాగా తెలివైనవాడు కనుక చదువు ఇష్టంలేకపోయినా బాగా చదివేవాడు. కాని టైకో మనసంతా ఖగోళ

శాస్త్రం మీదే ఉంది. తీరిక దొరికినప్పుడల్లా ఖగోళ శాస్త్రం పుస్తకాలతో కాలక్షేపం చేసేవాడు. పొదుపుగా ఖర్చుపెడుతూ జాగ్రత్తగా పోగుచేసిన డబ్బులతో ఖగోళ శాస్త్ర పరికరాలు, పుస్తకాలు కొనుక్కుంటూ ఉండేవాడు. తన జమా ఖర్చులన్నీ ఎప్పటికప్పుడు తన 'కాపలా స్నేహితుడు' అయిన వెడెల్‌కి చెబుతూ ఉండేవాడు. అలా కొనుక్కున్న పరికరాలతో రాత్రిళ్లు గంటలతరబడి ఖగోళ పరిశీలనలో మునిగిపోయేవాడు.

స్వాధ్యాయంతో టైకో తన ఖగోళ శాస్త్ర పరిజ్ఞానాన్ని క్రమంగా పెంపొందించు కుంటూ పోయాడు. ఆనాటి ఖగోళ శాస్త్ర పరిస్థితి గురించి త్వరలోనే ఒక ముఖ్యమైన విషయాన్ని గుర్తించాడు. తన చిన్నతనంలో ఖగోళ శాస్త్ర పట్టికలతో గ్రహణాలు మొదలైన ఖగోళ ఘటనలను నిర్ణయించడం చూసి అబ్బురపడ్డాడు. కాని ఇప్పుడు ఖగోళ శాస్త్రం గురించి కాస్తో కూస్తో తెలిశాక ఖగోళ శాస్త్రం యొక్క పరిస్థితి తను ఊహించినంత ఘనంగా ఏమీలేదని తెలిసిపోయింది. అలాంటి అవగాహన 1563లో జరిగిన ఒక సంఘటనతో మరింత బలపడింది. ఆ యేడాది జూపిటర్, సాటర్న్, భూమి ఒకే రేఖ మీద ఏర్పాటుకావాల్సి ఉంది. ఆ విషయాన్ని కొన్ని ఖగోళ పట్టికలు సూచిస్తున్నాయి. అయితే ఖచ్చితంగా ఎప్పుడు జరుగుతుందో చెప్పలేకపోయాయి. అసలు ఘటన ఆ యేడాది ఆగస్ట్ 24న జరిగితే ఒక వర్గానికి చెందిన పట్టికలు ఆ ఘటనను సుమారు నెల ఆలస్యంగా నిర్ణయించాయి. అప్పట్లో లభ్యమై ఉన్న పట్టికలన్నింటిలోకి శ్రేష్టమైన పట్టిక కూడా ఘటన తేదీని నిర్ణయించడంలో కొన్ని రోజులు ఆలస్యం చేసింది. ఖగోళ శాస్త్రంలో ఇంత లోతైన లోపాన్ని తన పూర్వీకులుగానీ, సమకాలీనులుకానీ గుర్తించకపోవడం అతణ్ణి ఇబ్బందిపెట్టింది. అలాంటి పరిస్థితికి కారణం పూర్వీకుల పట్ల భయభక్తులు కావచ్చు లేదా సమస్యను గుర్తించి సవరించడానికి శ్రమించడం ఇష్టంలేని సోమరితనం కావచ్చు.

ఈ సమస్యను గుర్తించిన నాటి నుండి టైకో మనసులో తన జీవన లక్ష్యం రూపుదిద్దుకోసాగింది. అప్పటికి అతనికి 16 ఏళ్లు. ఖగోళ శాస్త్ర పరిశీలనలను మునుపు ఎన్నడూ జరగనంత నిర్దిష్టంగా, సునిశితంగా జరపాలి. అంత నిర్దిష్టమైన పరిశీలన ఉంటే తప్ప భవిష్యత్తులో ఘటనలను ఖచ్చితంగా నిర్ణయించడానికి వీలుకాదు. అయితే అంతవరకూ ఖగోళ శాస్త్ర చరిత్రలో గ్రహాల, సూర్య చంద్రుల పరిశీలనలు అడపాదడపా చేస్తూ అరకొరగా సమాచారం సేకరించేవాడు. అలా కాకుండా ఎడతెగకుండా నెలల తరబడి పరిశీలనలు చేస్తేనే ఖచ్చితమైన సమాచారం

దొరుకుతుందని టైకోకు బలంగా అనిపించింది. ఆ రకమైన నిరవధిక పరిశీలనల సాంప్రదాయానికి శ్రీకారంచుట్టే పనిలో పడ్డాడు టైకో.

డబ్బున్న బాబాయి అండగా ఉన్న టైకోకు అసలు చదువుకుని డిగ్రీలు సంపాదించాల్సిన పనే లేదు. కాని కేవలం చదువు మీద ఆసక్తి కొద్దీ చదువుకునేవాడు. అయితే 1565లో స్వీడన్‌కి, డెన్మార్క్‌కి మధ్య యుద్ధం మొదలైంది. అలాంటి సమయంలో లీప్జిగ్‌లో ఉండడం మంచిది కాదని, ఇంటికి తిరిగి వచ్చేయమని బాబాయి ఆదేశించాడు. బాబాయి మాట ప్రకారం టైకో తన 'కాపలాదారు' వెడెల్‌తోపాటు ఇంటికి తిరిగొచ్చేశాడు. ఆ సమయంలో నౌకాదళాధికారి అయిన యోర్గెన్ బాల్టిక్ సముద్రంలో తన దేశం తరఫున యుద్ధంలో మునిగి ఉన్నాడు. యుద్ధం పూర్తయ్యాక తిరిగొచ్చే దారిలో ఒకచోట రాజుగారైన రెండో ఫ్రెడరిక్‌ని ఓ నీటి ప్రమాదం నుండి రక్షించబోయి యోర్గెన్ తానే ప్రమాదంలో పడ్డాడు. ఆ ప్రమాదం వల్ల సోకిన చలి, జ్వరం వల్ల ఆ యేడాది జూన్ నెలలో చనిపోయాడు. ఇక టైకోకి నా అన్నవారు లేకుండా పోయారు. కాని బాబాయి ఆస్తి అంతా ఇప్పుడు తనదైంది. ఇక నిశ్చింతగా తన ఖగోళ పరిశోధనలు చేసుకోవచ్చు. చుట్టాలకు ఇలా టైకో తారలను పట్టుకుని దేవులాళ్లడడం ఇష్టంలేకపోయినా వాళ్లు చేసేదేమీ లేకపోయింది.

చదువు, వైజ్ఞానిక పరిశోధన–ఇవే జీవన లక్ష్యంగా పెట్టుకుని ఇల్లు వదిలి దేశ సంచారం మొదలెట్టాడు. ముందు యూనివర్సిటీ ఆఫ్ **విట్టెన్బర్గ్**లో కొంతకాలం చదువుకున్నాడు. తర్వాత యూనివర్సిటీ ఆఫ్ **రాస్టాక్**లో చేరి అక్కడే పైచదువులు పూర్తిచేసి పట్టం పుచ్చుకున్నాడు.

పట్టం చేతికి అందాక ఇక పూర్తిగా తన ఖగోళ పరిశోధనల్లో మునిగిపోయాడు. ఆ రోజుల్లో ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలకు జ్యోతిష్యంలో కూడా కొంత ప్రవేశం ఉండేది. నిజానికి ఆ రోజుల్లో ఖగోళ శాస్త్రానికి, జ్యోతిష్యానికి తేడా పెద్దగా అర్థమయ్యేదికాదు. ఖగోళ ఘటనలకు మనుషుల జీవితాల మీద, ఆరోగ్యం మీద కూడా ప్రభావముందని అనుకునేవారు. **జ్యోతిష్యానికి** (Astrology), **ఖగోళ శాస్త్రానికీ** (Astronomy) పొంతనే లేదని ఆధునిక అవగాహన చెబుతుంది. జ్యోతిష్యంలో కూడా గ్రహ స్థానాలను వాడుకున్నా గ్రహ స్థానాలనుబట్టి మానవ జీవన ఒరవడులను నిర్ణయించడం అనేది ఒక అశాస్త్రీయమైన భావన.

అయితే టైకో జ్యోతిష్యాన్ని నమ్మడమేకాక జ్యోతిష్యం వాడి మానవ జీవన సంఘటనలు నిర్ణయించే ప్రయత్నం చేసేవాడు. టైకో రాస్టాక్‌కి వచ్చిన కొంతకాలానికి

1566లో ఒకసారి చంద్ర గ్రహణం పట్టింది. జ్యోతిష్యపరంగా ఆ గ్రహణాన్ని విశ్లేషించిన టైకో ఆ గ్రహం ఓ దుశ్శకునాన్ని సూచిస్తోందని అన్నాడు. ఆ రోజుల్లో ఒట్టోమాన్ సామ్రాజ్యాన్ని పాలించే సులేమాన్ అనే సుల్తాన్‌కి ఆయువు చెల్లిపోతుందని సూచించాడు. అనుకోకుండా ఆ జోస్యం నిజమైంది. దాంతో ఒక జోస్యుడిగా టైకో ప్రతిష్ఠ రాత్రికి రాత్రి పెరిగిపోయింది. ఆ రోజుల్లో ఒట్టోమాన్ సామ్రాజ్యం మహర్దశలో ఉండేది. పడమటి యూరప్‌కి చెందిన ఎన్నో ప్రాంతాలు ఒట్టోమాన్ సుల్తాన్ చేతిలో ఉండేవి. క్రైస్తవ మతం వ్యాపించిన పశ్చిమ యూరప్‌కి, మహ్మదీయ మతం వ్యాపించిన ఒట్టోమాన్ సామ్రాజ్యానికి మధ్య నిరంతరం ఘర్షణ చెలరేగేది. సుల్తాన్ పోవడంతో యూరోపియన్ల నెత్తిన ఓ పెద్ద బరువు దింపినట్టయ్యింది. నిజంగా చూస్తే సుల్తాన్ చరమ యాత్రను నిర్ణయించడానికి పెద్దగా జోస్యం తెలియనక్కర్లేదు. అప్పటికే ఆ రాజు ఎనభై ఏళ్ల వృద్ధుడు. రేపో మాపో అన్నట్టున్నాడు. కారణాలు ఏమైనా అంత గొప్ప విషయం గురించి అంత ఖచ్చితంగా జోస్యం చెప్పినందుకు టైకో పేరు యూరప్ అంతా మారుమోగిపోయింది.

1568లో రాస్టాక్‌లో టైకో చదువు పూర్తయ్యింది. తర్వాత ఏం చెయ్యాలా అని ఆలోచనలో పడ్డాడు. ఆ సంవత్సరమే రాజు గారైన రెండో ఫ్రెడరిక్ నుండి సీలాండ్ అనే ఊళ్లో ఒక చర్చిలో పండితుల కోసం కేటాయించిన ఒక పదవి ఖాళీగా ఉందని, టైకోకి కావలిస్తే ఆ పదవిని ఆక్రమించవచ్చునని ఆహ్వానం వచ్చింది. రాజు గారి కొలువులో పనిచెయ్యడం ఒక చక్కని అవకాశం. అయితే టైకోకి వెంటనే ఆ పదవిలో చేరాలని అనిపించలేదు. తను ఇంకా తెలుసుకోవాల్సింది, నేర్చుకోవాల్సింది ఎంతో ఉంది. కనుక ఎప్పట్లాగే తన యాత్రలను కొనసాగించాడు.

ఆ యాత్రల్లో ముందుగా తను లోగడ చదువుకున్న విట్టెన్బర్గ్ నగరాన్ని సందర్శించాడు. తర్వాత మరికొన్ని ఊళ్లు చూశాక **ఔగ్స్‌బర్గ్** అనే ఊళ్లో కొంతకాలం స్థిరపడ్డాడు. ఆ ఊళ్లోనే **క్వాడ్రంట్** (Quadrant) అనే ఓ పెద్ద ఖగోళ పరికరాన్ని తయారుచేయించుకుని దాన్ని ఒక తోటలో ప్రతిష్ఠించుకున్నాడు. ఒక డిగ్రీలో 60వ వంతు వరకూ అత్యంత సునిశితమైన కొలతల్ని ఆ పరికరంతో చెయ్యడానికి సాధ్యమైంది. అలా ఔగ్స్‌బర్గ్‌లో కొన్నేళ్లు గడిచాయి.

ఇలా ఉండగా 1570లో తన తండ్రి ఆటో బ్రాహేకి సుస్తీ చేసిందని టైకోకు కబురు అందింది. వెంటనే పుట్టిన ఊరైన **నూడ్‌స్ట్రప్** నగరానికి బయలుదేరి తండ్రిని చూశాడు. ఇన్నేళ్ల తర్వాత కనిపించిన కొడుకుని చూసి తల్లి బియెట్ మురిసిపోయింది.

అక్కడే కొంతకాలం ఉండమని అర్థించింది. కుటుంబం ఒత్తిడి చెయ్యడం వల్ల టైకో అక్కడే కొంతకాలం ఉండిపోయాడు. అక్కడే తన ఖగోళ పరిశీలనలకు కావాల్సిన ఏర్పాట్లు చేసుకుని చిన్న ప్రయోగశాల నిర్మించుకుని పరిశోధనలు కొనసాగించాడు.

నూడ్స్ట్రప్‌లో కూడా ఆ విధంగా టైకో పరిశోధనలు నిరాఘాటంగా కొనసాగుతున్నాయి. ఇలా ఉండగా నవంబర్ 11, 1572 నాడు అనుకోని సంఘటన ఒకటి జరిగింది. ఆ సంఘటన టైకో వైజ్ఞానిక జీవితంలో ఓ ముఖ్యమైన మైలురాయి అయ్యింది. ఆ రోజు రాత్రి ప్రయోగశాలలో పనిపూర్తిచేసుకుని ఎప్పటిలాగే ఇంటికి వస్తున్నాడు. చీకటి ఆకాశం వైపు ధ్యాసగా చూస్తూ చుట్టూ పరిసరాలను పెద్దగా పట్టించుకోకుండా నడుస్తున్నాడు. అలా చూస్తున్న సమయంలో తన దృష్టి **కాసియోపియా** (Cassiopeia) అనే తారా రాశి మీద పడింది. తారలే తన బంధుమిత్రులు, ఖగోళమే సొంతిల్లు అన్నట్టుగా బతికే టైకోకి ఏ సమయంలో ఏ తార ఎక్కడుంటుందో స్పష్టంగా జ్ఞాపకం ఉంటాయి. కాసియోపియాలో ఆ సమయంలో కనిపించిన తారల విన్యాసంలో తనకు ఏదో తేడా కనిపించింది. కాస్త ఆలోచించి చూడగా అందులో మునుపులేని ఓ కొత్త తారని గుర్తించాడు. పైగా ఆ కొత్త తార అసాధారణ తేజంతో ప్రకాశిస్తోంది. అది నిజంగా ఓ కొత్త తారే అయితే దానికి కొన్ని ఖగోళ భావనలను సమూలంగా మార్చేయగల సత్తా ఉంది.

అదసలు తారే కాక పోవచ్చు. ఓ తోకచుక్క కావచ్చు. తోకచుక్కే అయితే దాని స్థానం వేగంగా మారుతూ ఉండాలి. ప్రతి



**టైకోబ్రాహే నవతారను చూస్తున్న దృశ్యం**

రాత్రి ఆ కొత్త వస్తువును పరిశీలిస్తూ వచ్చాడు. దాని స్థానంలో ఏ మార్పూ లేదు. వీనస్ గ్రహమంత గొప్ప ప్రకాశంతో మెరుస్తోంది ఆ తార. దానికి ముద్దుగా **'నవతార'** అని పేరుపెట్టుకున్నాడు. అదే పేరుతో దాని మీద "De Nova Stella" (నవతార) అని ఓ చిన్న పుస్తకం రాసి 1573లో దాన్ని ప్రచురించాడు. అది తోకచుక్కో, ఉల్కో కాదని అది ఎంతో దూరంలో ఉన్న తారా మండలానికి చెందిన వస్తువని అందులో సూచించాడు. అలాంటి కొత్త తారను గతంలో క్రీ.పూ.125లో హిప్పార్కస్ గుర్తించాడని, ఇది కూడా ఆ తరహా ఖగోళ వస్తువే కావచ్చునని ఆ పుస్తకంలో సూచించాడు. టైకో చూసింది నిజంగా ఒక విస్ఫోటం చెందుతున్న తార. అలాంటి తారను ఆధునిక ఖగోళ శాస్త్ర పరిభాషలో Supernova (సూపర్ నోవా) అంటారు. కొన్ని వారాలు, నెలలపాటు సాగే ఆ విస్ఫోటం కొన్ని కోట్ల సంవత్సరాలు జీవించే తార జీవితంలో తుది శ్వాసలాంటిది. ఆధునిక యుగంలో సూపర్‌నోవాల గురించి ఎంతో పరిజ్ఞానం పోగుబడింది. చరిత్రలో ఎన్నో సందర్భాల్లో ఇలాంటి సూపర్ నోవాలను ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు గమనించిన దాఖలాలు ఉన్నాయి. అయితే అది విస్ఫోటం చెందుతున్న తార అని గుర్తించగలిగే అవగాహన వారికి ఉండే అవకాశంలేదు.

నవతార ఆవిష్కరణ వల్ల అనాదిగా వస్తున్న ఒక అపోహ సవాలు చెయ్యబడింది. అరిస్టాటిల్ కాలం నుండి తారామండలం అంతా ఓ సనాతన లోకమని, భూమి, భూమికి పరిసర వస్తువులైన చందమామ మొదలైన వస్తువులు ఉన్న ప్రాంతం నశ్వరమైనదని, అశాశ్వతమైనదని అనుకునేవారు. కాని తారామండలంలో కూడా మార్పులు వస్తుంటాయని, కొత్త తారలు పుట్టుకొస్తుంటాయని టైకో పరిశీలనల వల్ల తెలిసింది. ఆ విధంగా టైకో వెయ్యేళ్లకు పైగా ఖగోళ శాస్త్రాన్ని ప్రభావితం చేసిన మౌలిక భావాలను సంస్కరించాడు.

క్రమంగా ఒక ఖగోళశాస్త్రవేత్తగా టైకో బ్రాహే ప్రతిభ యూరప్ అంతా వ్యాపించసాగింది. ఫ్రెడరిక్ రాజు దృష్టి మళ్లీ టైకో మీద పడింది. ఏమిటి ఇతగాడిలో ప్రత్యేకత? ఏమిటి ఇతను కనుక్కున్న సత్యాల్లోని గొప్పతనం? టైకోను తన ఆవిష్కరణల మీద కోపెన్ హెగెన్‌లోని విశ్వవిద్యాలయంలో ప్రసంగించమని రాజు కోరాడు. కోరినట్టే టైకో ఆ విశ్వవిద్యాలయంలో ఎన్నో ప్రసంగాలు ఇచ్చాడు. ఈ ప్రసంగాల కారణంగా కోపెన్ హెగెన్‌లోనే ఎంతోకాలం గడపాల్సి వచ్చింది. టైకోకు డెన్మార్క్‌లో వైజ్ఞానిక పరిశోధనకు అనువైన వాతావరణం కనిపించలేదు. కనుక మళ్లీ తన యాత్రల మీద బయలుదేరాడు.

అలా ఎన్నో ప్రాంతాలు పర్యటించిన టైకోకు చివరకు ఆధునిక స్విట్జర్లాండ్‌లో ఉన్న **బాసెల్** నగరం బాగా నచ్చింది. అక్కడే స్థిరపడిపోదామని నిర్ణయించుకుని డెన్మార్క్‌లో తన వ్యవహారాలు చక్కబెట్టుకోవాలని చివరిసారిగా డెన్మార్క్ వెళ్లాడు. అయితే అప్పటికే ఫ్రెడరిక్ రాజుకు టైకో విషయంలో తను పొరపాటు చేస్తున్నానన్న భావన బలపడసాగింది. వైజ్ఞానిక లోకంలో అంతటి ప్రముఖుడు దేశం వదలి వెళ్లిపోతే తనకే అవమానం. అలాంటివాడు దేశంలో ఉంటే జాతికే పేరు తెస్తాడు. టైకోను పిలిపించి డెన్మార్క్‌లోనే ఉండిపోవాలని అభ్యర్థించాడు. తన పరిశోధనలకు కావాల్సిన వసతులు ఎలాగైనా సమకూరుస్తానని వాగ్దానం చేశాడు.

'రాజు తలచుకుంటే...' అనే నానుడిని తలపించేలా ఫ్రెడరిక్ రాజు టైకోకు ఏకంగా హ్వీన్ అనే ఓ చిన్నపాటి దీవిని బహుకరించాడు. ఆ దీవి మీద ఓ నక్షత్రశాలను నిర్మించుకోవడానికి కావాల్సిన ధన సహాయం కూడా చేశాడు. ఇంత గొప్ప అవకాశాన్ని తిరస్కరించడానికి టైకోకు మనసు ఒప్పుకోలేదు. రాజు అందించిన సాయంతో **యురానిబర్గ్** అనే పేరు గల ఓ చిరస్మరణీయమైన నక్షత్రశాలను టైకో నిర్మించాడు. ఆ రోజుల్లో యూరప్‌లో దాన్ని పోలిన మరో నక్షత్రశాల లేదంటే అతిశయోక్తి కాదు. చివరికి 1576 ఫిబ్రవరి నెలలో 29 ఏళ్ల వయస్సులో టైకో బ్రాహే తన సొంత దీవి మీద, తన సొంత ప్రయోగశాలలో, డెన్మార్క్ రాజు అండదండలతో తన ఖగోళ పరిశోధనలు కొనసాగించాడు.



**టైకో నక్షత్రశాల యురానిబర్గ్**

హ్వీన్ దీవి మీద టైకో పరిశోధనా పురాణం మరో ఇరవై యేళ్లు సాగింది. ఆ ఇరవై యేళ్లూ పెద్దగా సంచలనాత్మకమైన ఆవిష్కరణలు ఏవీ జరగలేదనే చెప్పాలి. అయితే ఖగోళ పరిశీలనల తీరే అలాంటిది. రోజూ ఖగోళాన్ని శ్రద్ధగా పరిశీలిస్తూ తారల, గ్రహాల స్థానాలను ఖచ్చితంగా నమోదు చేసుకోవాలి. ఆ

స్థానాలను అంతే ఖచ్చితంగా నిర్ణయించగలిగే గణిత సూత్రాలను ఎప్పటికప్పుడు చక్కదిద్దుకుంటూ ఉండాలి. పైగా టైకో తీర్చిదిద్దిన ఈ కొత్త పరిశీలనా సాంప్రదాయంలో గ్రహాలను అప్పుడప్పుడూ కాక ప్రతిరోజూ పరిశీలించాలి.

ఆ రోజుల్లో ఖగోళవేత్తలు గ్రహాలను పరిశీలించేటప్పుడు కొన్ని ముఖ్యమైన దశల్లోనే గ్రహాలను పరిశీలించి ఆ దశల్లో గ్రహ స్థానాలను నమోదు చేసుకునేవారు. అలాంటి దశల్లో మూడు ముఖ్యమైనవి ఉన్నాయి. అవి, Opposition, Conjunction , Quadrature. ఉదాహరణకు భూమి నుండి మరో గ్రహాన్ని చూస్తున్నప్పుడు భూమి ఆ గ్రహానికి, సూర్యుడికి మధ్యలో ఉన్నప్పుడు భూమితో ఆ గ్రహం Opposition లో ఉందని చెప్పుకుంటాం. అలాగే భూమికి, ఆ గ్రహానికి మధ్యన సూర్యుడు ఉన్నట్టయితే భూమితో ఆ గ్రహం Conjunctionలో ఉందని చెప్పుకుంటాం. అలాగే భూమిని సూర్యుడితో కలిపే రేఖకు, భూమిని ఆ గ్రహంతో కలిపే రేఖ 90 డిగ్రీల కోణాన్ని ఏర్పరిస్తే భూమితో ఆ గ్రహం Quadrature వద్ద ఉందని చెప్పుకుంటాం. ఇలాంటి ముఖ్యమైన దశల వద్దనే ఆ రోజుల్లో ఖగోళవేత్తలు గ్రహాలను పరిశీలించేవారు.

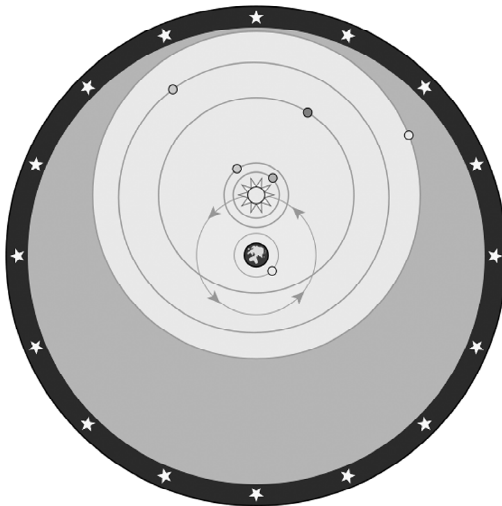
కాని టైకో, అతని అనుచరులకు యేడాది పొడవునా గ్రహాలను పరిశీలించమని శిక్షణ ఇచ్చేవాడు. అలా గ్రహ చలనాలను క్షుణ్ణంగా పరిశీలించడం వల్ల గ్రహ గతుల్లోని భేదాలను మునుపెన్నడూ గుర్తించనంత నిశితంగా పరిశీలించడానికి వీలయ్యింది. అయితే గ్రహాలను అంత వివరంగా పరిశీలించడానికి యేళ్లు పడుతుంది. ఉదాహరణకు 'తారా పథం' మీద సూర్యుడి గమనాన్ని ఖచ్చితంగా పరిశీలించాలంటే కనీసం యేడాదైనా కావాలి. అయితే అన్ని సంవత్సరాలూ ఒకటి కావు కనుక, నాలుగేళ్లకోసారి **'లీప్'** సంవత్సరం వస్తుంది కనుక సూర్యుడి చలనాన్ని ఖచ్చితంగా చిత్రించడానికి నాలుగేళ్లపాటు పరిశీలించాలి. (అది నిజానికి **'సూర్యుడి చలనం'** కాదని సూర్యుడి చుట్టూ **భూ చలనం** అని గుర్తుంచుకోవాలి. కాని ఆ విషయం ఆ రోజుల్లో తెలియదు) అలాగే మార్స్, జూపిటర్ గ్రహాల చలనాలను పూర్తిగా పరిశీలించాలంటే పన్నెండేసి యేళ్లు కావాలి. సాటర్న్ గ్రహాన్ని పరిశీలించడానికి 30 ఏళ్లు పడుతుంది.

ఆ విధంగా హ్వీన్ దీవి మీద తన నక్షత్రశాలలో యేళ్ల తరబడి శ్రమపడి అపారమైన ఖగోళ పరిశీలనా సమాచారాన్ని పోగుచేసుకున్నాడు టైకో. ఆ సమాచారాన్ని సకాలంలో నలుగురికీ తెలియజేయాలని తనకంటూ ప్రత్యేకంగా ఓ చిన్న

ముద్రణాశాలను కూడా నిర్మించుకున్నాడు. ఖగోళ పరిశీలనల్లో తాను ఓ గొప్ప ఎత్తుకు చేరుకోవడమే కాక టైకో యువతరానికి చెందిన ఎందరో ఖగోళశాస్త్రవేత్తలకు అక్కడ శిక్షణ ఇచ్చాడు.

టైకో బృందం అంత క్షుణ్ణంగా గ్రహ చలనాలను అధ్యయనం చేసింది కనుకనే తదనంతరం కెప్లర్ ఆ సమాచారాన్ని విశ్లేషించి తన సూత్రాలను ప్రతిపాదించగలిగాడు. ముఖ్యంగా గ్రహ కక్ష్యలు దీర్ఘవృత్తాలు (Ellipses) అని కెప్లర్ గుర్తించగలిగాడు. అంటే ఆ ఘనతలో ఎంతో భాగం టైకో చేసిన నిశిత పరిశీలనలకే దక్కుతుంది. టైకోకు ముందు ఖగోళ పరిశీలనలో 1/4 డిగ్రీల దోషం ఉంటే టైకో రూపొందించిన మరింత నిశితమైన పరికరాల సాయంతో 1/30 డిగ్రీల దోషం వరకూ చేరుకోవడానికి వీలయ్యింది.

ఇంచుమించు రెండు దశాబ్దాలపాటు హ్వీన్ దీవి మీద శ్రద్ధగా చేసిన పరిశోధనా సారాన్ని గ్రంథస్థం చెయ్యాలనుకున్నాడు టైకో. రెండు సంపుటాలుగా 1587లో ఒకటి, 1588లో ఒకటి తన రచనలు పుస్తక రూపంలో వెలువడ్డాయి. ఆ పుస్తకాల పేరు Astronomiae Instauratae Progymnasmata (**నవ ఖగోళ విజ్ఞాన పరిచయం**). ఆ పుస్తకాల్లో సూర్య, చంద్రుల, తారల గురించి సొంతగా చేసిన పరిశీలనల ఆధారంగా ఓ కొత్త విశ్వ నమూనాన్ని అందించాడు. ఒకటిన్నర సహస్రాబ్దాలుగా ఇంచుమించు యథాతథంగా వస్తున్న టోలెమీ విశ్వ నమూనా నుండి గణనీయంగా విభేదిస్తూ ప్రతిపాదించబడ్డ విశ్వ నమూనా అది. అయితే ఈ కొత్త నమూనా టోలెమీ నమూనాకు పూర్తిగా విరుద్ధమైన కొపర్నికస్ నమూనాను కూడా పూర్తిగా స్వీకరించలేదు. ఆ రెండు విరుద్ధ



**టైకో విశ్వ నమూనా**

నమూనాలకు మధ్యస్థంగా ఉండే ఓ కొత్త నమూనాను వర్ణించాడు టైకో.

టైకో విశ్వ నమూనాలోని అంశాలు ఇలా ఉన్నాయి. టైకో నమూనాలో భూమి విశ్వానికి కేంద్రంలో ఉంది. కనుక ఇది సూర్య సిద్ధాంతం కాదు. భూమి చుట్టూ సూర్యుడు, చంద్రుడు, తారలు పరిభ్రమిస్తూ ఉంటాయి. ఇక్కడితో టోలెమీ నమూనాకు, టైకో నమూనాకు మధ్య పోలిక ఆగిపోతుంది. టైకో నమూనాలో భూమికాక తక్కిన ఐదు గ్రహాలు (మెర్క్యురీ, వీనస్, మార్స్, జూపిటర్, సాటర్న్‌లు) సూర్యుడు చుట్టూ పరిభ్రమిస్తాయి. ఆ విధంగా టైకో విశ్వానికి భూమి కేంద్రం అంటూ మత వర్గాన్ని, ఛాందస వర్గాన్ని సంతృప్తిపర్చాడు. కాని గ్రహాలు తిరిగేది భూమి చుట్టూ కాక సూర్యుడు చుట్టూ కనుక టోలెమీ ప్రవేశపెట్టిన అధిచక్రాలు మొదలైన గందరగోళపు విధానాలన్నింటినీ తోసిపుచ్చాడు. పైగా కొపర్నికస్ పద్ధతిని వాడుకుని గ్రహాల కక్ష్యలు భూమి నుండి చూసినప్పుడు అంత సంక్లిష్టంగా కనిపిస్తున్నాయికాని నిజానికి అవి సూర్యుడు చుట్టూ తిరుగుతున్నాయి కనుక వాటి కక్ష్యలు చక్కని వృత్తాలు మాత్రమేనన్నాడు.

ఖగోళ చింతనలో ఇన్ని ముఖ్యమైన మార్పులు తెచ్చిన టైకో ఒక విషయంలో మాత్రం పాత భావాలనే పట్టుకుని వేలాడినట్టు కనిపిస్తుంది. విశ్వంలో శాశ్వతం – అశాశ్వతం అనే తారతమ్యాన్ని కూలదోసే విప్లవాత్మకమైన మార్పులు తెచ్చిన టైకో కూడా వెనకటి భూ కేంద్ర సిద్ధాంతాన్ని అంటిపెట్టుకున్నాడు. ఆ విధంగా పాత, కొత్తల మధ్య సామరస్యాన్ని సాధించడానికి ప్రయత్నించాడు. విశ్వానికి ఇప్పుడు రెండు కేంద్రాలు ఉన్నాయి. భూమి కేంద్రం అనుకుంటే దాని చుట్టూ సూర్యచంద్రులు పరిభ్రమిస్తున్నారు. సూర్యుడు కేంద్రం అనుకుంటే సూర్యుడి చుట్టూ తక్కిన గ్రహాలన్నీ (మెర్క్యురీ, వీనస్, మార్స్, జూపిటర్, సాటర్న్) పరిభ్రమిస్తున్నాయి. ఆ విధంగా వెయ్యిన్నర యేళ్లుగా వస్తున్న అరిస్టాటిల్ సిద్ధాంతాలను కూలదోయకుండా జాగ్రత్తపడ్డాడు. అలా చెయ్యడానికి కారణం కేవలం అరిస్టాటిల్ అంటే గౌరవమో, అభిమానమో కాదు. భూమి విశ్వానికి కేంద్రం అన్న సిద్ధాంతాన్ని మతం కూడా స్వీకరిస్తుంది. మత బోధనకు విరుద్ధంగా కొపర్నికస్ వాదనను సమర్థిస్తే ప్రాణానికే ముప్పు.

అలాగని కొపర్నికస్ సిద్ధాంతాలను పూర్తిగా కొట్టిపారేయలేదు. శాస్త్రవేత్త అన్నవాడు కేవలం వ్యక్తుల మీద గౌరవంకొద్దీ, అధికార వర్గం అంటే భయంకొద్దీ సత్యాన్ని తిరస్కరించలేదు. కొపర్నికస్ చెప్పినట్టు సూర్యుడు కేంద్రం అనుకుంటే

గ్రహ గతులు  చాలా సరళంగా కనిపిస్తాయి. అంతేకాక కొపర్నికస్ భావాలను ఒప్పుకుంటే అరిస్టాటిల్ విశ్వ దర్శనానికి కూడా కొంతవరకూ గండిపడుతుంది. అరిస్టాటిల్ చెప్పినట్టు భూమికి, చంద్రుడికి అవతల ఉన్న ఖగోళ ప్రపంచమంతా శాశ్వతం కాదని టైకో పరిశీలనల వల్ల తెలిసింది.

1577లో టైకో పరిశీలించిన ఓ తోకచుక్క చందమామ కన్నా ఎత్తున ఖగోళంలో ప్రయాణిస్తోందని తేలింది. అంటే చందమామకు అవతల కూడా మార్పులు ఉంటాయన్నమాట. పైగా కొన్ని అదృశ్య గోళాలకు పరిమితమై గ్రహాలు ఖగోళంలో తిరుగుతుంటాయని, తిరిగే రంగుల రాట్నంతోపాటు కదిలే మనుషుల్లా, తిరిగే ఆ అదృశ్య గోళాలే ఉంటే తోకచుక్కలు వాటిని ఛేదించుకుంటూ ఖగోళంలో ఎలా కదులుతాయి? అందుచేత అలాంటి గోళాలేవీ లేవని అర్థమవుతోంది.

ఆ విధంగా రెండు వ్యతిరేక సిద్ధాంతాలకు మధ్యస్థమైన సిద్ధాంతాన్ని రూపొందించి రెండింటికీ మధ్య ఒక విధమైన రాజీ సాధించాలని చూశాడు టైకో బ్రాహే. నిజానికి అలాంటి రాజీ అనవసరం. అరిస్టాటిల్, టోలెమీ మొదలైన వారి సిద్ధాంతాలకన్నా కొపర్నికస్ సిద్ధాంతమే సత్యానికి మరింత సన్నిహితమైంది. కాని అంత విపరీతమైన, విప్లవాత్మకమైన భావనను ఒప్పుకోవడానికి ఆనాటి సమాజం సిద్ధంగా లేదు. అందుకే కాబోలు పాత, కొత్తలను సమన్వయం చేసి ఈ మిశ్రమ సిద్ధాంతం ఇటు మత వర్గానికేకాక, వైజ్ఞానిక వర్గానికి కూడా కొంతవరకూ మింగుడుపడింది.

అయితే అలాంటి మిశ్రమ సిద్ధాంతంతో పనిలేకుండా పూర్తిగా కొపర్నికస్ సిద్ధాంతం మీద ఆధారపడిన ఓ కొత్త సిద్ధాంతం త్వరలోనే రానుంది. ఆ సిద్ధాంతానికి అంకురార్పణ చేసినవాడు టైకో బ్రాహేకి స్వయంగా శిష్యుడైన యోహానెస్ కెప్లర్.




# 8. యోహానెస్ కెప్లర్

యోహానెస్ కెప్లర్ ఆధునిక జర్మనీలోని **వైల్‌డెర్ స్టాట్** అనే చిన్న ఊళ్లో డిసెంబర్ 27, 1571లో జన్మించాడు. ఆ ఊరు దక్షిణ జర్మనీలో **స్టుట్‌గార్ట్** నగరానికి కొద్ది దూరంలో ఉంది. యోహానెస్ కెప్లర్ పుట్టింది ధనిక వర్గం అని చెప్పుకోవచ్చు. కెప్లర్ తాత సెబాల్డ్ కెప్లర్ ఉన్ని వర్తకం చేసేవాడు. ఇతగాడి సొంతూరు జర్మనీలోని **నూరెంబర్గ్**. 1520 దరిదాపుల్లో సెబాల్డ్ తన సొంతూరు అయిన నూరెంబర్గ్‌ని వదలి వైల్‌డెర్ స్టాట్‌కి మకాం మార్చాడు. కష్టపడి పనిచేసే స్వభావం గల సెబాల్డ్ ఆ ఊళ్లో పెద్ద మనిషిగా ఎదిగాడు. ఒక దశలో ఊరి మేయర్‌గా కూడా పనిచేశాడు. అయితే అలాంటి తండ్రికి పూర్తి విరుద్ధం అతని పెద్ద కొడుకైన హైన్రిక్ కెప్లర్. తాగుబోతు, తిరుగుబోతు. ఇతగాడు ఎక్కడా కుదురుగా ఉద్యోగం చేసేవాడు కాదు. కాస్త గౌరవప్రదంగా చెప్పుకోవాలంటే ఇతగాడు కొంతకాలం సేనా విభాగంలో సిపాయిగా పనిచేశాడు. కాస్త పచ్చిగా చెప్పాలంటే 'దాదాగిరి' చేసి స్థానిక రాజకుమారులకు అవసరమైన సేవలు అందిస్తూ పొట్టపోసుకునేవాడు. కుర్రతనంలోనే ఇతనికి కాథరిన్ అనే యువతితో వివాహమైంది. కయ్యాలకోరు, గయ్యాళి అయిన కాథరిన్‌తో హైన్రిక్ జీవితం సజావుగా సాగలేదనే చెప్పాలి. మూలికలు వాడి, చిన్నా చితకా చికిత్సలు చేస్తూ  వైద్య సేవలు అందించడం కాథరిన్‌కి ఒక వ్యాపకం. అయితే ఆ వ్యాపకమే తదనంతర జీవితంలో ఆమెపాలిట శనిలా దాపురించి ఆమెను జైలుదాకా తీసుకెళ్లింది. అలాంటి తల్లిదండ్రుల పెంపకంలో పెరిగిన మన యోహానెస్ కెప్లర్ బాల్యం హాయిగా సాగలేదని చెప్పుకోవచ్చు. పిల్లవాడు

రెండేళ్ల వయస్సులోనే నెదర్లాండ్స్‌లో ఏదో యుద్ధంలో పాల్గొనడానికి తండ్రి ఇల్లు వదలి వెళ్లిపోయాడు. అలాంటి పరిస్థితుల్లో పసివాణ్ణి తాతగారి పెంపకంలో పెట్టి కాథరిన్ భర్తతో వెళ్లిపోయింది.

1576లో తల్లిదండ్రులు ఇద్దరూ తిరిగి వచ్చినా 1577లో మరేదో పోరులో పాల్గొనాలని తండ్రి, అతని వెంటే తల్లి పిల్లవాణ్ణి విడిచిపెట్టి వెళ్లిపోయారు. ఈసారి తిరిగొచ్చాక చిన్నా చితక ఉద్యోగాలు చేసి కుటుంబాన్ని పోషించడానికి ప్రయత్నించాడు హైన్రిక్. కాని ఆ ప్రయత్నాలేమీ పెద్దగా ఫలించలేదు. స్వతహాగా తాగుబోతు అయిన హైన్రిక్ 1580లో ఓ పానశాలను ప్రారంభించి డబ్బు సంపాదించాలని చూశాడు. కాని ఆ వ్యాపారం దివాళా తీసింది. ఆ విధంగా బతికినంతకాలమూ బాధ్యతా రహితంగా బతికిన తండ్రి ఒక దశలో శాశ్వతంగా కుటుంబాన్ని విడిచి వెళ్లిపోయాడు.

తల్లిదండ్రుల ప్రేమకు, అండదండలకు నోచుకోని యోహానెస్ జీవితం తాత గారైన సెబాల్డ్ కెప్లర్ ఇంట్లో దుర్భరంగానే సాగింది. సెబాల్డ్ ఆస్థిపరుడు కావడంతో భౌతిక అవసరాలకు కొదవలేకపోయినా తల్లిదండ్రుల ప్రేమకు నోచుకోని వెలితి ఎప్పుడూ మనసులో ఓ మూల దొలిచేస్తూ ఉండేది. ఇది చాలదన్నట్టు చిన్నతనంలో ఓసారి యోహానెస్‌కి మశూచి (Smallpox) సోకింది. దాంతో చూపు శాశ్వతంగా దెబ్బతింది. ఆ రోజుల్లో  ఒక ఖగోళశాస్త్రవేత్తకు అవసరమైన ముఖ్యార్హత పదునైన చూపు. అయితే అదే తనకు దూరమైంది.

యేళ్లపాటు తల్లిదండ్రులు కనిపించకుండాపోవడం, తిరిగి రాగానే ఉన్న బడిలో నుంచి తీసేసి పిల్లవాణ్ణి కొత్త బడిలో పడేయడం పదే పదే జరుగుతూ రావడం వల్ల యోహానెస్ విద్యాభ్యాసం మందగతిలోనే సాగింది. మూడేళ్లు పట్టే చదువు ఐదేళ్లు సాగింది. పైగా తాత ఆస్తిపరుడైనా తల్లిదండ్రుల ప్రాపకం లేకపోవడం వల్ల క్రమంగా యోహానెస్ ఒంటరివాడయ్యాడు. ఆ రోజుల్లో లాటిన్ గట్టిగా నేర్చుకుంటే క్రైస్తవ మత వ్యవస్థలో ఏదో ఒక ఉద్యోగం సంపాదించవచ్చు. తన పేదరికానికి లాటిన్ పరిజ్ఞానం విమోచనంలా కనిపించింది. బడి చదువు పూర్తయ్యాక మత ప్రవచకుడిగా బతకాలని యోహానెస్ నిర్ణయించాడు. అయితే ఆ దశలో ఖగోళ విజ్ఞానం పట్ల అతనికి స్ఫూర్తినిచ్చే అనుభవాలు కొన్ని ఉన్నాయని చారిత్రకులు చెబుతారు. చిన్నప్పుడు రెండు సందర్భాల్లో ఓ అతి ప్రకాశవంతమైన తోకచుక్కను చూశానని కెప్లర్ చెప్పుకున్నాడు. ఇది కాకుండా ఒక దశలో చంద్ర గ్రహణాన్ని కళ్లారా చూసి విస్మయం చెందినట్టు కూడా చెప్పుకున్నాడు. అయినా కూడా మనసు ఒకచోట, మనుగడ ఓ

చోట అన్నట్టుగా సాగింది ఆ పిల్లవాడి జీవితం.

బడిలో క్రమశిక్షణ కాస్త కఠినంగా ఉన్నా, ఆరోగ్యం అంతంతమాత్రంగా ఉన్నా శ్రద్ధగా చదివి ఉన్నత చదువుల కోసం తగిన సన్నాహాలు చేసుకోసాగాడు. **ట్యూబింగెన్** విశ్వవిద్యాలయానికి చెందిన ప్రవేశపరీక్షలో నెగ్గడం కోసం వ్యక్తిగతంగా గురువుల వద్ద శిక్షణ తీసుకున్నాడు. ఆ పరీక్ష పాసై 17 ఏళ్ల వయస్సులో విశ్వవిద్యాలయంలో అడుగుపెట్టాడు. ఒక పక్క ప్రవచకుడిగా పట్టం తీసుకోబోతున్నా, మత చదువుల్లో శిక్షణ పొందుతున్నా అక్కడి విద్యా ప్రణాళిక ప్రకారం గణితం, భౌతిక శాస్త్రం, ఖగోళ శాస్త్రం మొదలైన అంశాల మీద కూడా శిక్షణ పొందాడు. స్వతహాగా మక్కువ ఉన్న అంశాలన్నింటిలో అద్భుతమైన ప్రతిభ ప్రదర్శించాడు. చివరికి 1591లో విశ్వవిద్యాలయంలో చదువు పూర్తిచేసి ప్రవచకుడి వృత్తిలో స్థిరపడడానికి సిద్ధమయ్యాడు.

విశ్వవిద్యాలయంలో ఉండే రోజుల్లో తన చదువుకు సంబంధంలేని ఒక రంగంలో కొంత ప్రత్యేక శ్రద్ధ వహించి ఎంతో నేర్చుకున్నాడు. ఆ విశ్వవిద్యాలయంలో **మైకేల్ మెస్టిలిన్** అనే గణిత ఆచార్యుడు ఉండేవాడు. ఇతగాడు బాహాటంగా చర్చి ఆమోదించిన టోలెమీ బోధనలనే బోధించేవాడు. కాని గుట్టుగా కొంతమంది ప్రియతమ శిష్యులకు మాత్రం చర్చికి గిట్టని కొపర్నికస్ బోధనలను ప్రచారం చేసేవాడు. అలాంటి శిష్య రత్నాల్లో కెప్లర్ కూడా ఉన్నాడు. కొపర్నికస్ బోధనలు కెప్లర్ మనస్సును ఇట్టే ఆకట్టుకుంటున్నాయి. సూర్యుణ్ణి విశ్వ కేంద్రంగా భావించినప్పుడు గ్రహ చలనాలన్నీ ఎంతో సరళంగా అరటి పండు ఒలిచిపెట్టినట్టు స్పష్టంగా కనిపిస్తాయని గుర్తించాడు కెప్లర్. ఆ విధంగా మత విధానాల నుండి కొద్దిగా దూరం కావడం మొదలుపెట్టాడు. కొపర్నికస్ భావాలేకాక మతానికి కెప్లర్ దూరం కావడానికి మరికొన్ని కారణాలు కూడా ఉన్నాయి. మతం విధించే ఎన్నో విధులు, ఆచారాలు అర్థంపర్థంలేనివిగా అతనికి తోచేవి. మరీ నాస్తికుడు కాకపోయినా ఈ మతాచారాలు గిట్టక తనదైన రీతిలో, తను సొంతంగా కల్పించుకున్న విధానంలో దేవుడిని కొలుచుకోవడం ప్రారంభించాడు. మత ఛాందసత్వం సులభంగా హింసాత్మక రూపాలుదాల్చే ఆ కాలంలో అలాంటి దుడుకుతనం ప్రాణాంతకం కాగలదని వేరే చెప్పనక్కర్లేదు.

ఆ విధంగా ప్రవచకుడిగా స్థిరపడదామనుకుంటున్న కెప్లర్ జీవితం ఓ సంఘటన వల్ల పూర్తిగా మారిపోయింది. 1594లో ట్యూబింగెన్‌కి కాస్త దూరంగా ఉన్న ఆస్ట్రియాలోని గ్రాజ్ అనే ఊర్లో ఓ గణిత ఆచార్యుడు మరణించాడు. అయితే ఆ

చిన్న ఊర్లో ఉన్న ఓ చర్చికి ట్యూబింగెన్ విశ్వవిద్యాలయంలోని ఓ మత విభాగంతో సన్నిహిత సంబంధాలు ఉన్నాయి. చనిపోయిన గణిత ఆచార్యుడి స్థానంలోకి మరెవరినైనా పంపమని గ్రాజ్‌కి చెందిన చర్చి అధికారులు ట్యూబింగెన్ విశ్వవిద్యాలయంలోని మత విభాగానికి అర్జీ పెట్టుకున్నారు. ట్యూబింగెన్ అధికారుల దృష్టి వెంటనే కెప్లర్ మీద పడింది. ఆ విధంగా బైబిల్ పాఠాలు వల్లించబూనిన పెద్ద మనిషి గణిత పాఠాలు చెప్పేందుకై గ్రాజ్‌కి బయలుదేరాడు.

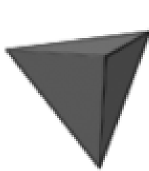
1594 ఏప్రిల్ నెలలో గ్రాజ్‌లో కెప్లర్ తన కొత్త ఉద్యోగంలో చేరాడు. అంతవరకూ కటిక పేదరికం అనుభవించిన కెప్లర్‌కి తన కొత్త ఉద్యోగం కొంత ఊరటనిస్తుందని ఊహించాడు. కాని తన సత్తా నిరూపించుకునేదాకా ముప్పావు జీతం మాత్రమే ఇస్తామని అధికారులు నియమం పెట్టారు. ఆ చాలీచాలని జీతంతోనే బతుకు బండి నెట్టుకురావడం కష్టంకనుక అదనపు సంపాదన కోసం జాతకాలు చెప్పడం మొదలెట్టాడు. తనకు ఉన్న ఖగోళశాస్త్ర పరిజ్ఞానంతో ఊర్లో పెద్ద మనుషుల జాతకాలు చూసిపెడుతూ నాలుగు డబ్బులు వెనకేశాడు. అయితే కెప్లర్‌కి ఈ జాతకాల మీద బొత్తిగా నమ్మకం ఉండేదికాదు. కాని తనకు డబ్బు కావాలి. జాతకాలు నమ్మి డబ్బులు రాల్చే అమాయకులు సమాజంలో ఉన్నారు. తనకు కావాల్సింది అదే. జాతకాలు నమ్మేవాళ్లు మందమతులు అని, ఈ జాతకాల వ్యవహారం పూర్తిగా నిస్సారమైనదని, హాస్యాస్పదమైనదని ఉత్తరాల్లో గుట్టుగా తన మనసు విప్పాడు.

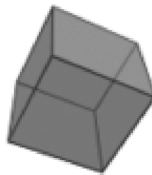
ఈ కల్లబొల్లి జాతకాల ప్రహసనం 1595లో తారాస్థాయికి చేరుకుంది. ఆ యేడాది కాలెండర్ తయారుచేసే బాధ్యత తన నెత్తిమీద పడింది. పైగా జాతకం సహాయంతో ఆ యేడాది జరగబోయే కొన్ని ముఖ్యమైన సంఘటనలు కూడా ముందే చెప్పాడు. సిరియాలో రైతుల తిరుగుబాటు జరుగుతుందని, ఆస్ట్రియాలో తూర్పు సరిహద్దులు దాటి టర్కులు ఆ దేశంలోకి చొరబడతారని, ఆ యేడాది చలి విపరీతంగా ఉంటుందని జోస్యం చెప్పాడు కెప్లర్. ఆ జోస్యాలు నిజం కావడంతో ఒక జ్యోతిష్కుడిగా తన పరపతి పెరగడమే కాకుండా ఆదాయం కూడా పెరిగింది. సాధారణ లోకజ్ఞానంతో సులభంగా ఊహించదగ్గ విషయాలకు కాస్త జాతక పరిభాషను వాడి, అందంగా హంగు కూర్చి చెప్పే నైపుణ్యం కెప్లర్‌కి బాగా అలవడింది. ఆ నైపుణ్యం సహాయంతో ఎన్నో 'జాతక మహత్యాలు' చేస్తూ  పొట్టపోసుకోసాగాడు.

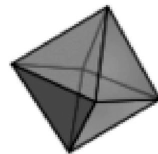
ఆ విధంగా గ్రాజ్‌లో కెప్లర్ జీవితం సాఫీగా సాగిపోతోంది. ఒక పక్క జాతకాల కోసం ఖగోళ విజ్ఞానాన్ని మనస్సు చంపుకుని వాడుకుంటున్నా మరో పక్క ఖగోళ

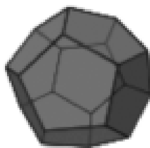
విజ్ఞానంలో లోతైన పరిశోధనలు చెయ్యాలని మనసు పీకుతోంది. ఆ రోజుల్లో ఖగోళ వస్తువుల పరిశీలనల మీద ఎంతో ఆధారపడేవారు. చిన్నప్పుడే చూపు దెబ్బతినడం వల్ల ఖగోళ పరిశీలనలు చేసే అదృష్టానికి నోచుకోలేకపోయాడు కెప్లర్. గ్రహాల విషయంలో ఎంతోకాలంగా ఒక ప్రశ్న తనను వేధిస్తోంది. ఆ కాలంలో మనుషులకు తెలిసిన గ్రహాలు ఆరు. అవి – మెర్క్యురీ, వీనస్, భూమి, మార్స్, జూపిటర్, సాటర్న్. భూమిని కూడా గ్రహంగా పరిగణిస్తూ కెప్లర్ కొపర్నికస్ సిద్ధాంతాన్ని స్వీకరించాడు. అయితే గ్రహాల సంఖ్య ఆరు కావడం వెనక ఏదైనా లోతైన కారణం ఉందా?

గ్రహాలు కేవలం ఆరు కావడంలోని రహస్యాన్ని కెప్లర్ జ్యామితిలో అన్వేషించాడు. ఖగోళ శాస్త్రానికి జ్యామితితో అనాదిగా సంబంధముంది. ఖగోళ వస్తువుల పరిశీలనల్లో మరి అడుగడుగునా కోణాలు, దూరాలు తారసపడతూ ఉంటాయి. ఖగోళ విజ్ఞానంలో జ్యామితిని గాఢంగా ప్రయోగించే సాంప్రదాయం ప్రాచీన గ్రీకుల కాలం నుంచీ వుంది. ప్రాచీన గ్రీకుల కాలంలో జ్యామితి బాగా వర్ధిల్లింది. జ్యామితిలోని సైద్ధాంతిక సౌందర్యం వాళ్లను బాగా ఆకట్టుకుంది. జ్యామితికి చెందిన ధర్మాలే విశ్వాన్ని పాలిస్తున్నాయని భావించేవారు ప్రాచీన గ్రీకులు. ఈ రకమైన భావనకు అద్దంపడుతూ ప్రాచీన గ్రీకు తాత్వికుడు ప్లేటో 'భగవంతుడు జ్యామితికారుడు' (God is a Geometer) అన్నాడు. అందమైన ఆకృతులతో, ప్రగాఢమైన సౌష్టవాలతో తొణికిసలాడే విశ్వాన్ని జ్యామితి తెలిసినవాడే సృష్టించగలడట! ఈ భావాలు కెప్లర్‌ని కూడా ప్రభావితం చేశాయి.


Tetrahedron


Cube


Octahedron


Dodecahedron


Icosahedron

జ్యామితిలో ఐదు ప్రత్యేకమైన ఘన వస్తువులున్నాయి. వీటిని సమష్టిగా ప్లాటోనిక్ ఘన వస్తువులు (Platonic Solids) అంటారు. ఈ వస్తువుల మొహాలు సమతలాలు (Flat Surfaces) ప్రతి మొహం ఒక క్రమ బహుభుజి (Regular Polygon) అవుతుంది. క్రమ బహుభుజిలో అన్ని భుజాలు, అన్ని కోణాలు ఒక్కలాగే ఉంటాయి. (ఉదాహరణకు సమబాహు త్రిభుజం, చదరం మొదలైనవి) . క్రమ బహుభుజులలో భుజాలు ఒక్కలా ఉన్నట్టే ఈ ప్లాటోనిక్ ఘన వస్తువుల్లో మొహాలన్నీ ఒక్కలా వుంటాయి. అంటే ఇవి **క్రమ బహుముఖులు** (Regular Polyhedra) అన్నమాట.

1. **టెట్రాహెడ్రాన్** (Tetrahedron): ఇందులో మొహాలన్నీ సమబాహు త్రిభుజాలు. మొత్తం నాలుగు మొహాలు ఉంటాయి.

2. **ఘనం** (Cube) :ఇందులో మొహాలు చదరాలు. మొత్తం ఆరు మొహాలు ఉంటాయి.

3. **ఆక్టా హెడ్రాన్** (Octahedron): ఇందులో మొహాలు కూడా సమబాహు త్రిభుజాలే. కాని ఇందులో ఎనిమిది మొహాలు ఉంటాయి.

4. **డోడెకా హెడ్రాన్** (Dodecahedron) : ఇందులో మొహాలు పంజ భుజులు. అలాంటివి పన్నెండు మొహాలు ఉంటాయి.

5. **ఇకోసా హెడ్రాన్** (Icosahedron) : ఇందులో మొహాలు మళ్లీ సమబాహు త్రిభుజాలే. మొత్తం ఇరవై మొహాలు ఉంటాయి.

అయితే చిత్రం ఏమిటంటే ఇలాంటి వస్తువులు మొత్తం ఐదే ఉన్నాయి. ఇంతకుమించి లేవు. ఉండలేవని నిరూపించొచ్చు కూడా.

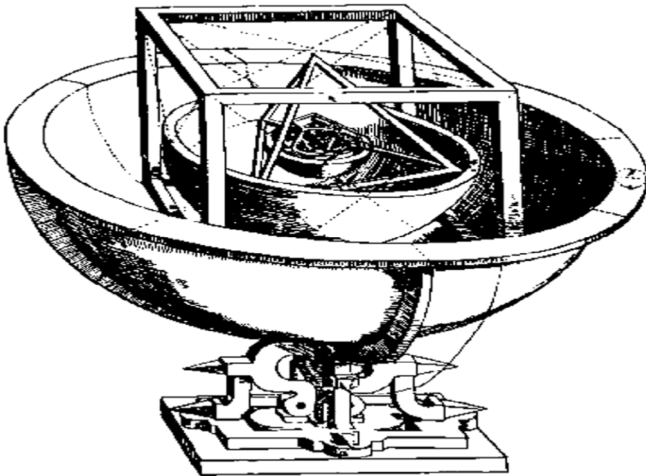
అద్భుత సౌష్టవం కలిగి అందంగా ఉంటాయి కనుక, అపురూపంగా ఐదే వుంటాయి కనుక ప్రాచీన గ్రీకులకు ఇవంటే మహా మురిపం. వీటిని అలంకారాలుగా ఇళ్లల్లో వాడుకునేవారు. వీటితో పాచికలు చేసి ఆడుకునేవారు. మామూలుగా ఆరు మొహాలు ఉండే ఘనంతోకాకుండా ఇరవై మొహాలు ఉండే ఇకోసా హెడ్రాన్‌తో పాచిక చేసి ఆడితే ఆట భలే రక్తి కడుతుందని కాబోలు.

ఈ ఘన వస్తువులతో ప్లేటో పేరు జోడించడం వెనక చిన్న కథ ఉంది. ప్లేటో తన **'సంవాదాలు'** (Plato Dialogues)లోని ఒక సంవాదంలో ఈ ఘన వస్తువుల్లో మొదటి నాలుగింటికి, పంచ భూతాల్లో మొదటి నాలుగు భూతాలకు (భూమి, నీరు, అగ్ని, వాయువులకు) మధ్య సంబంధాన్ని ఆపాదిస్తాడు. భూమి = ఘనం, నీరు = ఇకోసా హెడ్రాన్, గాలి = ఆక్టా హెడ్రాన్, అగ్ని = టెట్రా హెడ్రాన్. ఇక మిగిలిన

ఐదో వస్తువు అయిన డోడెకా హెడ్రాన్‌ని ఐదో భూతమైన ఆకాశంతో ముడిపెట్టలేదు ప్లేటో. 'అంతరిక్షంలోని వస్తువులను నిర్మించడానికి దేవుడు వీటిని (డోడెకా హెడ్రాన్) వాడాడు' అని మాత్రం ఊరుకున్నాడు. ఆ విధంగా ఖగోళ వస్తువులకు ప్లాటోనిక్ ఘనాలకు ఏదో సంబంధం ఉందన్న సూచన ప్లేటో రచనల్లో కనిపిస్తుంది.

ఈ ఆలోచనా పంథాలో మరింత ముందుకు వెళ్లాడు. ప్లాటోనిక్ ఘన వస్తువులను ఒక దాంట్లో ఒకటి వరసగా ఇముడుస్తూ వచ్చాడు. అన్నిటికన్నా లోపల ఓ గోళం ఉంటుంది. దానిచుట్టూ ఓ ఆక్టా హెడ్రాన్ ఉంటుంది. ఆక్టా హెడ్రాన్ మొహాలు దాని లోపల ఉన్న గోళం యొక్క ఉపరితలాన్ని తాకేలా ఉండాలి. ఆ ఆక్టా హెడ్రాన్‌ని మళ్లీ ఓ గోళంలో ఇమిడ్చాడు. ఆ గోళం చుట్టూ గోళం యొక్క ఉపరితలాన్ని అంటుకునేలా ఓ ఇకోసా హెడ్రాన్‌ని అమర్చాడు. దాని మీద మరో గోళం, ఆ గోళం చుట్టూ డోడెకా హెడ్రాన్, దాని చుట్టూ మళ్లీ గోళం, ఆ గోళం చుట్టూ ఓ టెట్రా హెడ్రాన్. దాని మీద ఓ గోళం, దాని మీద చివరిగా ఓ ఘనం. ఈ సంక్లిష్టమైన అమరికలో మొత్తం ఆరు గోళాలు ఉంటాయి. ఈ ఆరు గోళాల వ్యాసార్థాలు వరసగా కెప్లర్ నాటికి తెలిసిన ఆరు గ్రహాల – మెర్క్యురీ, వీనస్, భూమి, మార్స్, జూపిటర్, సాటర్న్ – కక్ష్యల వ్యాసార్థాలతో సమ నిష్పత్తిలో ఉన్నాయని గమనించాడు కెప్లర్.

విశ్వ రచనలో అంతర్లీనంగా ఇమిడి ఉన్న ఈ అద్భుత జ్యామితి సూత్రాలను చూసి కెప్లర్ ఆశ్చర్యపోయాడు. జ్యామితి సూత్రాలను ఉపయోగించి భగవంతుడు



**సమ బహు ముఖులతో కెప్లర్ నిర్మించిన నమూనా**

సృష్టి కార్యాన్ని చేశాడని నమ్మాడు. అయితే గ్రహ కక్ష్యలు వృత్తాలు కావని, కాస్త సాగదీసిన వృత్తాలలాంటివని (వీటిని దీర్ఘ వృత్తాలు Ellipses అంటారు) ఆ తర్వాత తెలుసుకున్న కెప్లర్ ఈ రకమైన నమూనాను విడిచిపెట్టాడు.

తను ఊహించిన అంత గొప్ప సిద్ధాంతం తప్పని తెలిసి కాస్త నీరుగారిపోయినా మొదట్లో ఆ ఆలోచన వచ్చినప్పుడు మాత్రం అదేదో గొప్ప ఆధ్యాత్మిక అనుభూతి అనే భావించాడు కెప్లర్. కాని చిక్కేంటంటే తనకు అది ఆధ్యాత్మిక అనుభూతి అనిపించినా, దైవానుగ్రహంలా కనిపించినా అవతలి వారికి ముఖ్యంగా మతాధికారులకు అలా కనిపించకపోవచ్చు. పైగా ఈ సిద్ధాంతంలో కొపర్నికస్ బోధనలు అంతర్లీనంగా ఉండడం కాస్త ప్రమాదకరమైన విషయం. ఆ కారణం చేత కూడా కెప్లర్ ఈ సిద్ధాంతాన్ని పక్కనపెట్టి మరింత పటిష్టమైన సిద్ధాంతాన్ని నిర్మించే ప్రయత్నంలో పడ్డాడు.

1596లో కెప్లర్ తన ఉద్యోగానికి కొంతకాలం సెలవు పెట్టి అనారోగ్యంతో బాధపడుతున్న తన తాతయ్యను, బామ్మను చూడడానికి ట్యూబింగెన్ వెళ్లాడు. ఆ అవకాశాన్ని వాడుకుంటూ అదే ఊర్లో ఉన్న తన గురువైన మైకేల్ మెస్టిలిన్‌ను కూడా ఓసారి దర్శనం చేసుకున్నాడు. కెప్లర్ ప్రయత్నాల గురించి విన్న మెస్టిలిన్ ఆ సిద్ధాంతాలను పొందుపరుస్తూ ఓ పుస్తకం రాయమని ప్రోత్సహించాడు. కెప్లర్‌ని తన సిద్ధాంతాలను మరింత నిగ్గుదేల్చుకునే ప్రయత్నం చెయ్యమని, ఖగోళ పరిశీలనల నుండి ఇంకా ఏమైనా లోతైన రహస్యాలు వెలికితీయవచ్చునేమో చూడమని సూచించాడు. ఆ సూచనల మేరకు ఖగోళ పరిశీలనలను అధ్యయనం చేసిన కెప్లర్‌కి మరో ముఖ్యమైన రహస్యం కనిపించింది. 'ప్లాటోనిక్ ఘనాల' సిద్ధాంతం కన్నా ఇది మరింత విశేషమైన రహస్యం.

సూర్యుడికి దూరంగా ఉండే గ్రహాలు కాస్త నెమ్మదిగా కదులుతాయని ఏనాడో గమనించాడు. ఆ విషయం గురించి ఆలోచిస్తూ కెప్లర్ ఓ నిర్ణయానికి వచ్చాడు. సూర్యుడి నుండి వెలువడే ఏదో 'బలం' గ్రహాలను అదిలిస్తోందేమో? (కెప్లర్ 'Vigour' అన్న పదాన్ని వాడాడు. అప్పటికి 'గురుత్వం' అన్న భావన ఇంకా లేదు). గ్రహాలు దూరమవుతున్నకొద్దీ ఆ 'బలం' బలహీనమై వాటిని అంత వేగంగా కదిలించలేక పోతోందేమో? ఒక వస్తువు దూరం నుండి మరో వస్తువు మీద బలాన్ని ప్రయోగించ గలదు అనే భావనకు స్ఫూర్తినిచ్చింది. అప్పటికే ఎంతోకాలంగా తెలిసిన అయస్కాంత బలం (కెప్లర్ కాలంలోనే ఇంగ్లండ్‌కి చెందిన **విలియమ్ గిల్బర్ట్** అయస్కాంతాల మీద

విస్తృతమైన కృషి చేశాడు. భూమి ఓ పెద్ద అయస్కాంతం వంటిదని కూడా అతను గుర్తించాడు) సూర్యుడికి, గ్రహాలకు మధ్య పనిచేసే ఈ కొత్త అజ్ఞాత బలం, అయస్కాంతాల మధ్య పనిచేసే బలంలాంటిదే కావచ్చునని కెప్లర్ ఊహించాడు. అంతవరకూ జ్యామితి పద్ధతులతో గ్రహ చలనాల 'వర్ణన'కు మాత్రమే పరిమితమైన ఖగోళ విజ్ఞానం ఇప్పుడు ఓ కొత్త మలుపు తిరిగింది. ఖగోళ వస్తువుల మధ్య పనిచేసే ఏవో బలాలే వాటి చలనాలకు కారణమన్న భావన ఊపిరిపోసుకుంది.

కెప్లర్ తన భావజాలాన్ని ఓ పుస్తకంలో పొందుపర్చాడు. దాని పేరు Mysterium Cosmographicum **(విశ్వ రహస్యం).** ఖగోళ వస్తువులను దేవతలు తోస్తున్నారు అనే మత భావన స్థానంలో ఖగోళ వస్తువుల మధ్య పనిచేస్తున్న భౌతిక బలాలే వాటి కదలికకు కారణం అన్న శాస్త్రీయమైన ఆలోచన చోటుచేసుకుంది. ఆ విధంగా ఆ పుస్తకం ఖగోళ శాస్త్రంలో చిన్న విప్లవాన్నే తీసుకొచ్చింది. ఆ పుస్తకంలోని సారాన్ని కెప్లర్ ఈ విధంగా వ్యక్తం చేస్తున్నాడు. **'ఈ పుస్తకంలో నేను ప్రదర్శించదల్చుకున్నది ఏదో విశ్వాతీత దైవశక్తి కనుసన్నల్లో మెలిగే విశ్వాన్ని కాదు. ఒక గడియారపు చలనాల్లా యాంత్రికంగా ఆంతరంగిక బలాల చేత శాసించబడే విశ్వాన్ని'.**

కెప్లర్ తన పుస్తకాల ప్రతులను ఆ కాలానికి చెందిన గెలీలియో, టైకో బ్రాహే మొదలైన ప్రముఖ శాస్త్రవేత్తలకు పంపించాడు. గెలీలియో కెప్లర్‌కి బదులివ్వకపోయినా ఆ పుస్తకంలోని భావాల గురించి తన ఉపన్యాసాల్లో ప్రస్తావించడం మొదలెట్టాడు. టైకో కెప్లర్‌కి సమాధానం రాస్తూ అందులో కెప్లర్ పుస్తకాన్ని సవివరంగా, క్షుణ్ణంగా విమర్శించాడు. ఆ పుస్తకంలో కెప్లర్ కనబర్చిన గణిత కౌశలాన్ని పొగిడాడు. (అయితే టైకోకి కెప్లర్ పుస్తకంలో నచ్చని విషయం ఒకటుంది – అది సూర్య కేంద్ర సిద్ధాంతాన్ని సమర్థించడం) ఖగోళ విజ్ఞాన లోకంలో పితామహుడైన టైకోకి యువకుడు, ప్రతిభా వంతుడైన కెప్లర్‌వంటి వాళ్లు తన వద్ద శిష్యరికం చేస్తే బావుంటుందని అనిపించింది. ఆ విషయమే కెప్లర్‌కు రాసిన ఉత్తరంలో సూచించాడు. టైకోవంటి వాడితో పనిచేసే అవకాశాన్ని కెప్లర్ వదలుకోదల్చుకోలేదు.

1597లో కెప్లర్ బార్బరా ముల్లర్ అనే యువతిని పెళ్లి చేసుకున్నాడు. ఓ డబ్బున్న వర్తకుడి కూతురైన బార్బరాకు ముందే పెళ్లయి భర్త చనిపోయాడు. ఆస్తిపరురాలైన భార్య కాపురానికి రావడంతో కెప్లర్‌ని ఎంతోకాలంగా వేధిస్తున్న ఆర్థిక సమస్యలు కొంతవరకూ గట్టెక్కినట్టు అయ్యింది. కాని ఆ దంపతులకు కలిగిన ఇద్దరు పిల్లలు పసికందులుగా ఉన్నప్పుడే కన్నుమూశారు. అప్పటినుంచి తగని పెళ్లి

చేసుకున్నావంటూ బార్బరా కుటుంబీకులు ఆమెను నిష్ఠూరంగా చూడడం మొదలుపెట్టారు. పుట్టింటి నుండి వచ్చే ఆదాయం ఆగిపోయింది. దాంతో కెప్లర్ పరిస్థితి మళ్లీ మొదటికొచ్చింది.

ఇదిలా ఉండగా కెప్లర్ ఉంటున్న ప్రాంతం **'స్టిరియా'**లో కొన్ని అనుకోని రాజకీయ మార్పులు వచ్చాయి. 1596లో ఆర్క్ డ్యూక్ ఫెర్డినండ్ స్టిరియాకు రాజు అయ్యాడు. ఇతగాడు క్రైస్తవుల్లో కాథలిక్ వర్గానికి చెందినవాడు. కాథలిక్కులకు వ్యతిరేకులైన ప్రొటెస్టంట్ వర్గానికి చెందినవాడు కెప్లర్. స్టిరియాలో ప్రొటెస్టంట్‌ల ప్రాబల్యం పెరిగి పోతోందని గుర్తించిన ఫెర్డినండ్ రాజు ఒక దశలో ఆ ప్రాంతంలో ఉండే ప్రొటెస్టంట్‌లు అందరూ కాథలిక్కులుగా మారిపోవాలని, అది నచ్చనివారు ఆ ప్రాంతాన్ని వదలి వెళ్లిపోవాలని ఆంక్ష విధించాడు. ఆ కొత్త నియమాలకు తలవంచడం ఇష్టంలేని ఎందరో ఆ ప్రాంతాన్ని విడిచి వెళ్లిపోయారు. అలా వెళ్లిపోయినవారిలో కెప్లర్ కూడా ఉన్నాడు. కాని కెప్లర్ విషయంలో మాత్రం నెల తిరిగే లోపు తిరిగి గ్రాజ్‌కు రావడానికి అనుమతి దొరికింది. ఆ ప్రాంతానికి చెందిన ప్రముఖ గణితవేత్త కావడం వల్ల అలాంటి వెసులుబాటు అతనికి వచ్చి ఉండొచ్చు.

ఆ విధంగా ఇంట్లో డబ్బు సమస్య, బయట రాజకీయ అస్థిరత కెప్లర్‌ను బాగా వేధించింది. నిరాటంకంగా పరిశోధనలు చేసుకోవడానికి ఇంటా, బయటా సుస్థిరమైన పరిస్థితులు ఎంతో అవసరం. అలాంటి పరిస్థితుల కోసం ఎదురుచూడసాగాడు కెప్లర్. అలాంటి పరిస్థితులు అనుకోకుండా 1600 వ సంవత్సరంలో తన తలుపు తట్టాయి.

స్టిరియా ప్రాంతంలోనే **బారన్ హాఫ్మన్** అనే ఆస్థిపరుడు ఉండేవాడు. ఇతనికి కెప్లర్ అంటే వల్లమాలిన అభిమానం. ఒక గణితవేత్తగా కెప్లర్ సత్తా పట్ల ఇతనికి ఎనలేని గౌరవం. ఈ హాఫ్మన్ ఆ రోజుల్లో రోమన్ సామ్రాజ్యానికి చక్రవర్తిగా ఉన్న **రుడోల్ఫ్-2** కొలువులో సలహాదారుగా పనిచేసేవాడు. రాజు కొలువులో ఉండడంతో హాఫ్మన్‌కి ఎందరో ప్రముఖులతో పరిచయం ఉండేది. అలాంటి ప్రముఖుల్లో టైకో బ్రాహే కూడా ఉన్నాడు. కెప్లర్‌ను స్వయంగా టైకోతో పరిచయం చేస్తే కెప్లర్ పరిస్థితి అన్ని విధాలా మెరుగుపడుతుందని హాఫ్మన్ ఆలోచించాడు. ఆ విషయమే కెప్లర్‌తో అన్నాడు. కెప్లర్ ఆ అవకాశాన్ని మనసారా స్వీకరించాడు.

ఆ విధంగా 1600, ఫిబ్రవరి 4వ తేదీనాడు ఖగోళ ప్రపంచపు పితామహుడైన డేనిష్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త టైకో బ్రాహేకి, వర్ధమాన ఖగోళ శాస్త్రవేత్త అయిన కెప్లర్‌తో

మొదటి పరిచయం ఏర్పడింది. ఇద్దరూ కలసి ఖగోళ విజ్ఞానపు పునాదులను పునర్నిర్మించే పనిలో పడ్డారు. సునిశితమైన, నిర్దుష్టమైన ఖగోళ పరిశీలనలు చెయ్యడంలో టైకో ప్రతిభను అప్పటికే వైజ్ఞానిక ప్రపంచం గుర్తించింది. దశాబ్దాల పరిశ్రమతో అపారమైన పరిశీలనా సంపదను టైకో పోగుచేసుకున్నాడు. ఆ సమాచారమంతటినీ విశ్లేషించాల్సిన బృహత్కార్యం ఎదుట ఉంది. ఆ పనిలో సహాయం చెయ్యమని టైకో కెప్లర్‌ను కోరాడు. కెప్లర్ సంతోషంగా ఒప్పుకున్నాడు.

టైకోతోపాటు పనిచెయ్యడానికి ముందు సంతోషంగా ఒప్పుకున్నా ఆ పని అంత సాఫీగా జరగదని కెప్లర్‌కి త్వరలోనే అర్థమైంది. టైకో తన వద్ద ఉన్న సమాచారాన్ని సులభంగా కెప్లర్‌తో పంచుకునేవాడు కాదు. సగం సగం సమాచారంతో ఖగోళ విశ్లేషణ కెప్లర్‌కి ఇబ్బందిగా ఉండేది. పైగా టైకో వద్ద పన్లో చేరాడే కానీ కెప్లర్ ఆర్థిక పరిస్థితులో ఏ మార్పూ లేదు. రోమన్ చక్రవర్తి కొలువులో కెప్లర్‌కి ఉద్యోగం ఇప్పిస్తానన్న టైకో 'ఇదుగో... అదిగో' అంటున్నాడే కానీ ఇంతవరకూ తన మాట నిలబెట్టుకోలేదు. అలా కొన్ని నెలలు కష్టపడి కెప్లర్ తిరిగి గ్రాజ్‌కి వెళ్లిపోయాడు.

గ్రాజ్‌లో కూడా రాజకీయ పరిస్థితుల్లో ఇంకా మార్పు రాలేదు. కుటుంబ సమేతంగా గ్రాజ్‌ని వదలివెళ్లిపోవాల్సిన పరిస్థితి కెప్లర్‌కి స్పష్టంగా కనిపించింది. కాని ఉన్నపళంగా ఎక్కడికి వెళ్లాలి? తన హితోభిలాషులు, అంతో ఇంతో పరపతి కలిగిన వాళ్లు ఇద్దరే ఇద్దరు – ఒకరు గురువైన మెస్టిలిన్, మరొకరు టైకో బ్రాహే. ఇద్దరిలో టైకో ముందుగా స్పందించాడు. కొలువులో కెప్లర్‌కి ఉద్యోగం ఇచ్చే విషయంలో చక్రవర్తి రుడోల్ఫ్–2 సుముఖంగా ఉన్నాడని టైకో జాబు రాశాడు. అలాంటి పరిస్థితుల్లో ఉన్న ఇల్లు, కాస్త ఆస్తి వదలుకుని కుటుంబ సమేతంగా ప్రాగ్‌కి పయనమయ్యాడు కెప్లర్.

ఆ విధంగా కెప్లర్‌కి, టైకోకి మధ్య వైజ్ఞానిక సహకారం మళ్లీ కొనసాగింది. కెప్లర్‌కి చక్రవర్తి కొలువులో ఉద్యోగం కూడా త్వరలోనే కుదరడంతో ఆర్థిక పరిస్థితి కూడా కొంతవరకూ మెరుగైంది. ఇలా ఉండగా 1600వ సంవత్సరం అక్టోబర్ నెలలో టైకో ఉన్నట్టుండి మంచానపడ్డాడు. పరిస్థితి వేగంగా దిగజారింది. ఇక తన చివరి క్షణాలు ఎంతో దూరంలో లేవని గుర్తించిన టైకో తన విస్తారమైన ఖగోళ పరిశీలనా సంపదను కెప్లర్‌కి ధారాదత్తం చేస్తూ తన వైజ్ఞానిక వారసుడిగా కెప్లర్‌ను ప్రకటించాడు. అయితే తన పరిశీలనల మీద చేసిన విశ్లేషణల ఆధారంగా ఎప్పుడూ టైకో సమర్థించిన పృథ్వీ కేంద్ర సిద్ధాంతాన్నే సమర్థించమని, కొపర్నికస్ ప్రతిపాదించిన

'సూర్య కేంద్ర సిద్ధాంతం జోలికి పోవద్దని కెప్లర్‌ను కోరాడు టైకో.

టైకో మరణానంతరం కెప్లర్ హోదా ఒక్కసారిగా పెరిగింది. చక్రవర్తి కొలువులో ఆస్థాన గణితవేత్తగా కెప్లర్ నియమించబడ్డాడు. టైకో అంతవరకూ వాడిన ఖగోళ పరికరాలు, ప్రయోగాత్మక వనరులు అన్నీ ఇప్పుడు ఒక్కసారిగా కెప్లర్ సొంతం అయ్యాయి. కెప్లర్ అప్పటివరకూ ఎదురుచూస్తున్న సదవకాశం ఇప్పుడు అతని ముంగిటకు వచ్చింది. ఇప్పుడున్న వసతులను, సమాచారాన్ని సద్వినియోగం చేసుకుని గ్రహ గతులను శాసించే మౌలిక ధర్మాలను అర్థంచేసుకోవాలి.

ఏకాగ్ర చిత్తంతో ఖగోళ సమాచార విశ్లేషణలో మునిగిపోయాడు కెప్లర్. కొన్నిసార్లు చేసిన లెక్కలే మళ్లీ చేస్తూ పాత లెక్కలు పదే పదే సరిచూసుకుంటూ కొన్ని వందల పేజీలు నింపేశాడు. ఈ రోజుల్లో కంప్యూటర్లతో వీలుగా చేసే ఆ గణనాలు విపరీతమైన పరిశ్రమతో చేతితో చెయ్యడం అనేది ఆధునిక దృక్పథంతో చూసినప్పుడు ఇంచుమించు అసంభవం అనిపిస్తుంది.

ఆ దశలో కెప్లర్ తలపడిన మొట్టమొదటి ఖగోళ సమస్యల్లో మార్స్ కక్ష్యకి సంబంధించిన సమస్య ఒకటి. గ్రహ గతులు ఖచ్చితమైన వృత్తాలు అనే భావన ఎంతోకాలంగా ఉంది. అంతేకాక సూర్య సిద్ధాంతంలో ఆ కక్ష్యలకు కేంద్రం సూర్యుడు అంటారు. కాని మార్స్‌కి, సూర్యుడికి మధ్య దూరాలను పరిశీలించిన కెప్లర్ ఆ దూరం యేడాది పొడవునా (మార్స్ సంవత్సర కాలం 687 రోజులు) మారుతోందని గమనించాడు. కనుక వృత్తాకార కక్ష్య అన్న భావనను సవరించాల్సి ఉంది. కక్ష్య వృత్తాకారమైనా సూర్యుడు ఆ వృత్తానికి కేంద్రంలో లేకపోతే మార్స్‌కి, సూర్యుడికి మధ్య దూరం మారుతూ ఉంటుంది. కక్ష్య కేంద్రానికి దూరంగా సూర్యుడు ఉండే ఈ విధమైన **'వికేంద్రీయ కక్ష్య'** (Eccentric Orbits)ని మార్స్‌కి ఆపాదించి చూశాడు. అయినా కూడా పరిశీలనా సమాచారం అలాంటి కక్ష్యతో సరిపోవడంలేదు. వృత్తం కాకపోతే మరి మార్స్ కక్ష్య ఏమై ఉంటుంది?

జ్యామితి సూత్రాలను ఖగోళ సమాచారానికి వర్తింపజేస్తే లోతైన ధర్మాలు బయటపడతాయని మొదటి నుండి కెప్లర్‌కి ప్రగాఢమైన నమ్మకం. క్రీ.పూ. 3వ శతాబ్దానికి చెందిన గ్రీకు జ్యామితికారుడు అపోలోనియస్ చేసిన కృషి గురించి కెప్లర్‌కి బాగా తెలుసు. ఒక శంకువుని (Cone) ఒక సమతలంతో పరిచ్ఛేదించినప్పుడు రకరకాల వక్రాలు ఏర్పడతాయి. ఆ వక్రాల కుటుంబాన్ని **'శంకు పరిచ్ఛేదాలు'** (Conic Sections) అంటారు. అలాంటి పరిచ్ఛేదాలలో వృత్తం

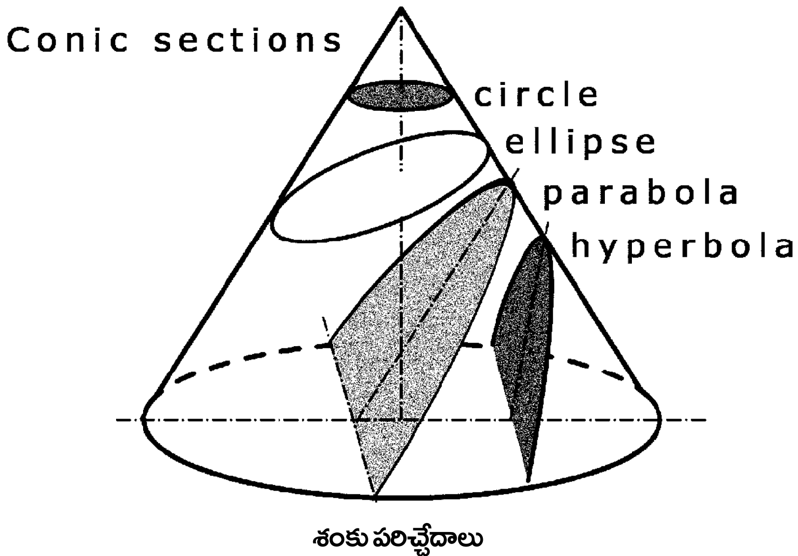
ఒకటి. అది కాకుండా ఆ కుటుంబంలో దీర్ఘ వృత్తం (Ellipse) , Parabola, Hyperbola,

అని మరి మూడు వక్రాలు ఉన్నాయి. వృత్తంలాగానే దీర్ఘవృత్తం కూడా ఒక **మూసిన వక్రం** (Closed Curve).

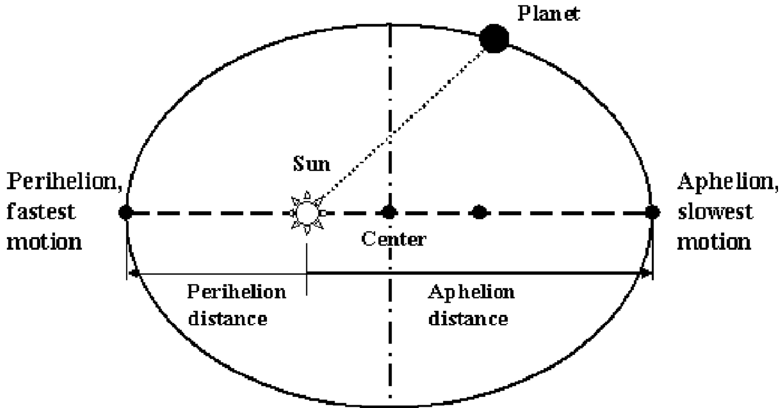
మార్స్ కక్ష్య ఒక దీర్ఘవృత్తం కావచ్చునేమోనని కెప్లర్‌కి ఆలోచన వచ్చింది. మార్స్ పరిశీలనలు కూడా దీర్ఘ వృత్తాకార కక్ష్యతో సరిగ్గా సరిపోయాయి. అంతవరకూ గ్రహ కక్ష్యలను వృత్తాలతో, అధివృత్తాలతో వర్ణించడానికి ప్రయత్నించిన తన పూర్వీకుల బాట నుండి బాగా దూరంగా వెళ్లి సత్యాన్ని స్థాపించాడు కెప్లర్. తదనంతరం ఇతర గ్రహాల కక్ష్యలను కూడా విశ్లేషించి అవి కూడా దీర్ఘవృత్తాలేనని గుర్తించాడు. అదే కెప్లర్ ప్రతిపాదించిన మూడు నియమాల్లో మొదటి నియమం అయ్యింది. 1605లో ప్రతిపాదించిన ఈ నియమానికి నిర్వచనం ఇలా ఉంటుంది.

కెప్లర్ మొదటి నియమం : గ్రహ కక్ష్యలు దీర్ఘవృత్తాలు. ఆ దీర్ఘవృత్తానికి నాభి (Focus) వద్ద సూర్యుడు ఉంటాడు.

దీర్ఘవృత్తానికి ఒక పక్క వెడల్పు ఎక్కువగానూ, మరో పక్క వెడల్పు తక్కువగానూ ఉంటుంది. గరిష్ట వెడల్పును సూచిస్తూ కేంద్రంలో నుంచి గీసే గీతను **'పెద్ద అక్షం'** (Major Axis) అంటారు. కనిష్ట వెడల్పును సూచిస్తూ గీసే గీతను **'చిన్న అక్షం'**




**శంకు పరిచ్ఛేదాలు**



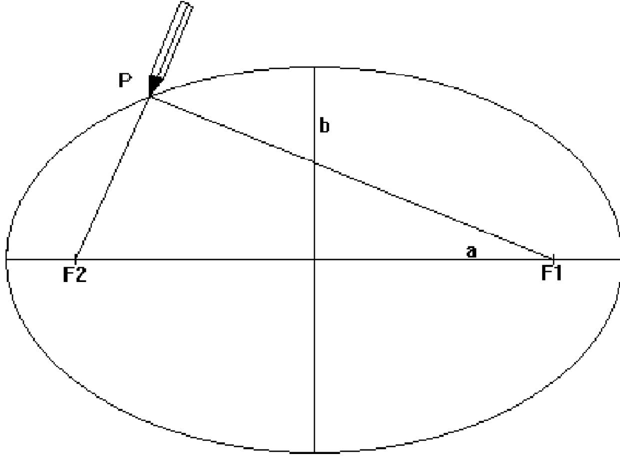

**కెప్లర్ మొదటి నియమం**

(Minor Axis) అంటారు. కేంద్రానికి ఇరు పక్కలా ఒకే దూరంలో పెద్ద అక్షం మీద రెండు బిందువులు ఉంటాయి. వీటిని **'నాభి'** (Focus) అంటారు. ఈ నాభులకు ఒక ప్రత్యేక లక్షణం ఉంది. కక్ష్య మీద ఏ బిందువును (P) తీసుకున్నా ఆ బిందువు నుండి నాభుల (F1, F2) వద్దకు దూరాల (PF1+PF2) మొత్తం మారదు. అంటే PF1+PF2 విలువ స్థిరంగా ఉంటుదన్నమాట.

దీర్ఘవృత్తంలో పెద్ద అక్షం, చిన్న అక్షం, రెండు నాభులు (F1, F2) పై చిత్రంలో చూడొచ్చు. దీర్ఘవృత్తం మీద ఏ బిందువును తీసుకున్నా (PF1, PF2) విలువ ఒకటే అవుతుంది.

మార్స్ కక్ష్య విశ్లేషణలో మరో ముఖ్యమైన విషయాన్ని కూడా కెప్లర్ గుర్తించాడు. మార్స్ కక్ష్య దీర్ఘవృత్తాకారం అయినా కూడా సూర్యుడు ఆ కక్ష్యకు కేంద్రంలో లేడు, ఒక పక్కకు ఉంటాడు. కనుక సూర్యుడికి, గ్రహానికి మధ్య దూరం మారుతూంటుంది. అంతేకాక గ్రహం సూర్యుడికి దగ్గరగా ఉన్నప్పుడు వేగంగానూ, దూరంగా ఉన్నప్పుడు నెమ్మదిగానూ కదులుతుంది. నిజానికి దూరానికి వేగం విలోమానుపాతం (Inversely Proportional) గా ఉంటుందని గమనించాడు. కెప్లర్. ఈ విషయాన్నే తన రెండో నియమంగా సూత్రీకరించాడు.

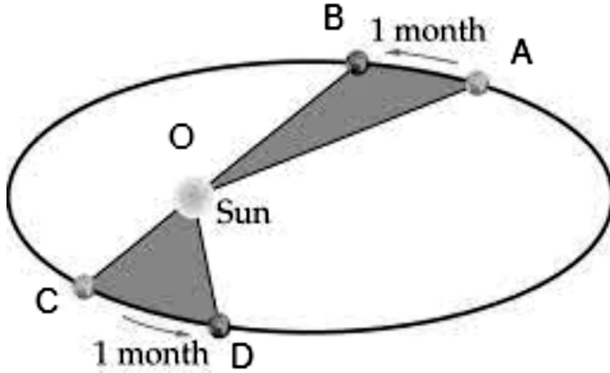
కెప్లర్ రెండో నియమం : సూర్యుణ్ణి, గ్రహాన్ని కలిపే గీత ఒక స్థిర కాలంలో ఆవరించే విస్తీర్ణత స్థిరంగా ఉంటుంది.




**దీర్ఘ వృత్తంలో పెద్ద అక్షం, చిన్న అక్షం రెండు నాభులు** (F1, F2) **పై చిత్రంలో చూడవచ్చు. దీర్ఘ వృత్తం మీద ఏ బిందువును తీసుకోన్నా** PF1+PF2 **విలువ ఒకటి అవుతుంది.**

ఈ సూత్రాన్ని వివరించాలంటే కింద చిత్రాన్ని చూడండి. అందులో O వద్ద సూర్యుడు ఉన్నాడు. ఒక గ్రహం ఒక నెల రోజుల్లో A నుండి B వరకూ కదిలింది. అలాగే కక్ష్యలో మరోచోట మరో నెల రోజుల్లో C నుండి D వరకూ కదిలింది. OAB యొక్క విస్తీర్ణత OCD విస్తీర్ణతతో సమానం.

కెప్లర్ తన కొత్త సిద్ధాంతాలను ఒక పుస్తకంలో పొందుపర్చాడు. ఆ పుస్తకం పేరు Astronomia Nova (**నవ ఖగోళశాస్త్రం**). సరైన సమయంలో ధన సహాయం అందక ముద్రణ ఆలస్యమై చివరికి 1609లో ఆ పుస్తకం వెలువడింది. గ్రహ గతుల సారాన్ని అంత అద్భుతంగా వ్యక్తపర్చిన ఆ పుస్తకంతో కెప్లర్ పేరు ప్రతిష్ఠలు వెంటనే మిన్నంటుతాయని అనుకుంటాం. కాని అలాగేం జరగలేదు. అసలు గ్రహ గతులకు సూర్యుడు కేంద్రం అన్న భావనే ఆ రోజుల్లో చాలామందికి ఇంకా మింగుడుపడలేదు. అది చాలక ఎక్కడో జ్యామితిలో చదువుకునే దీర్ఘవృత్తాలు అనే విడ్డూరపు వక్రానికి, గ్రహాల కక్ష్యలకు పోలిక చెప్పే ఈ ఊహాగానం చాలామందికి రుచించలేదు. కొన్ని శతాబ్దాల పాటు ఖగోళ పరిశీలకుల నుండి వారసత్వంగా వచ్చిన అపార సమాచారాన్ని ఆ విధంగా కొద్దిపాటి సులభ సూత్రాలకు కుదించడంలో కెప్లర్ ఎంత గొప్ప విజయాన్ని సాధించాడో వెంటనే అతని సమకాలీనులకు అర్థంకాలేదు. కెప్లర్ సూత్రాల్లో దాగి ఉన్న ప్రగాఢమైన గణిత సూత్రాలను




**కెప్లర్ రెండో నియమం**

గుర్తించడానికి ఐసాక్ న్యూటన్‌వంటివాడు కావాల్సి వచ్చింది.

కెప్లర్ తన మొదటి సూత్రాన్ని ప్రతిపాదించిన కాలంలో మరో ముఖ్యమైన ఖగోళ పరిశీలన కూడా చేశాడు. అది గ్రహాలకు సంబంధించినది కాదు, తారలకు సంబంధించినది. 1604లో ఆకాశంలో ఓ కొత్త తార కనిపించింది. ప్రకాశంలో ఇది జూపిటర్‌ను తలదన్నేలా ఉంది. అంటే మామూలుగా తారల ప్రకాశం కన్నా దీని ప్రకాశం చాలా ఎక్కువ. అలా ఓ రెండేళ్లపాటు వేసవిలో చీకటి ఆకాశంలో స్పష్టంగా కళ్లకు కనిపించింది. ఇంచుమించు రాత్రికి రాత్రి అలా ఓ కొత్త తార పుట్టుకురావడం జనంలో కలకలం రేకెత్తించింది. ఈ కొత్త తార శుభ సూచకమా, కాదా? యుద్ధాలు వస్తాయా? కరవు కాటకాలు ముంచెత్తుతాయా? దీని గురించి జాతకం ఏం చెబుతుంది? ఆస్థాన గణితవేత్తగా కెప్లర్‌ని పిలిపించి చక్రవర్తి రుడోల్ఫ్-2 ఆ తార గురించి ఓ నివేదిక సమర్పించమన్నాడు. ఆ తారను జాగ్రత్తగా పరిశీలించిన కెప్లర్ అది గ్రహం కాదని, గ్రహాలు ఉండే ప్రాంతానికి దరిదాపుల్లో కూడా లేదని తేల్చిచెప్పాడు.

నిజానికి కెప్లర్ పరిశీలించిన తారని (Super Nova) అంటారు. **సూపర్ నోవా** అనేది ఓ విస్ఫోటం చెందుతున్న తార. (ఈ సంగతి కిందటి అధ్యాయంలో ప్రస్తావించాం.) ఒక సగటు తార జీవితాంతం వెలువరించే కాంతి కన్నా విస్ఫోటం చెందుతున్న కాలంలో మరింత ఎక్కువ కాంతిని వెలువరిస్తుంది. ఆ విస్ఫోటం వారాలు, నెలలు కొనసాగి క్రమంగా అణగారిపోతుంది. అందుకే విస్ఫోటం చెందుతున్న



**'ఒపియూకస్' పాదం వద్ద కెప్లర్‌కి కనిపించి నవతార**

సమయంలో తాత్కాలికంగా ఎంతో దూరం నుండి కూడా ఆ తార కనిపిస్తుంది. కెప్లర్ ఆ తారను **'ఒపియూకస్'** అనే తారారాశిలో ఉన్నట్టు గుర్తించి దాన్ని పటంగా చిత్రించాడు. ఆధునిక సమాచారం ప్రకారం ఆ తార మన నుండి సుమారు ఇరవై వేల కాంతి సంవత్సరాల దూరంలో మన పాలపుంత గెలాక్సీలోనే ఉంది. కెప్లర్ కాలంలో విశ్వంలో అంతంత దూరాలు ఉంటాయని కూడా ఎవరికీ తెలియదు. అయితే అది ఖచ్చితంగా మన సౌర మండలంలో ఉండే గ్రహాల దరిదాపుల్లో మాత్రం లేదని కెప్లర్ సరిగ్గానే ఊహించాడు.

కొత్తగా కనిపించిన వస్తువు తార అని, గ్రహం కాదని చాటుతూ కెప్లర్ అరిస్టాటిల్ కాలం నుండి వస్తున్న మరో ఖగోళ సూత్రాన్ని ధ్వంసం చేశాడు. అరిస్టాటిల్ కాలం నుంచీ విశ్వంలో తారలు ఉండే భాగం సనాతనమని, శాశ్వతమని నమ్మేవారు. ఖగోళ పరిశీలనల్లో తారలు స్థిరంగా ఉండడం, గ్రహాలు మాత్రమే ఆ స్థిరమైన తారా నేపథ్యం మీద కదలడం మరి ఎంతోకాలంగా ఖగోళ శాస్త్రవేత్తలు గమనిస్తూ వచ్చారు. కాని కొత్తగా వచ్చిన వస్తువు ఒక తార అనుకుంటే తారలకు కూడా వృద్ధి క్షయాలు ఉంటాయని తేలిపోయింది. (ఈ రకమైన పరిణామం ఒకటి టైకో బ్రాహే జీవితంలో కూడా జరగడం కిందటి అధ్యాయంలో చూశాం)

ఒక పక్క కెప్లర్ సాధిస్తున్న వైజ్ఞానిక విజయ గాథలు అలా ఉండగా మరో పక్క తన వ్యక్తిగత జీవితంలో కొన్ని ముఖ్యమైన పరిణామాలు చోటుచేసుకున్నాయి. సూపర్ నోవా దర్శనం వల్ల ఖగోళ విజ్ఞానంలో వచ్చిన విప్లవాల మాటేమోగానీ యూరప్‌లో కొన్ని రాజకీయ దుష్పరిణామాలు తలెత్తాయి. యూరప్‌లో మత విద్వేషాలు పెచ్చరిల్లి

క్రైస్తవ మతంలోనే అగ్ర రాజ్యాలన్నీ రెండు వ్యతిరేక కూటములుగా విడిపోయాయి. ఆ ఘర్షణ ముప్పయేళ్ల పోరాటంగా పరిణమించి యూరప్‌లోని వివిధ రాజ్యాలను అతలాకుతలం చేసింది. ఆ కాలంలోనే రోమన్ చక్రవర్తి రుడోల్ఫ్-2 మరణించాడు. అతని స్థానంలో అతని తమ్ముడు **మథయాస్** గద్దెయెక్కాడు.

1611లో కెప్లర్ భార్య బార్బరా ఎపిలెప్సీ వ్యాధికి గురైంది. ఆమె ఆరోగ్యం క్రమంగా క్షీణించి కొద్దికాలంలోనే కన్నుమూసింది. వాళ్ల ముగ్గురు పిల్లల్లో ఒకరు Smallpoxకి బలయ్యాడు. కొత్త రాజు తన కొలువులో కెప్లర్‌కి ఎప్పటిలాగానే ఆస్థాన గణితవేత్తగా ఉద్యోగం ఇచ్చినా నిజానికి చేతికి పెద్దగా జీతం అందేదికాదు. కుటుంబంలో వచ్చిన ఈ దారుణ మార్పులకు తట్టుకోలేక, పిల్లలను శ్రేయోభిలాషులకు అప్పజెప్పి నలభై యేళ్ల వయస్సులో కెప్లర్ మళ్లీ ఉద్యోగ వేటలో పడ్డాడు.

1615లో కెప్లర్ జీవితంలో మరో ఘోరమైన సంఘటన జరిగింది. కెప్లర్ తల్లి మంత్ర ప్రయోగం చేస్తోందని, ఆమె మంత్రగత్తె అని ఒక అభియోగం బయలుదేరింది. ఆ రోజుల్లో మంత్రగత్తెలుగా ముద్రపడే స్త్రీలను బహిరంగంగా సజీవ దహనం చేసేవారు. ఆ సమయంలో కెప్లర్ తల్లి **లియాన్‌బర్గ్** అనే ఊళ్లో ఉండేది. పై అధికారులను వేడుకుని తల్లిని ఆ దారుణమైన చావు నుండి కాపాడడానికి కెప్లర్ అడపాదడపా ఆ ఊరు వెళ్లి వస్తుండేవాడు. చివరికి బలమైన ఆధారాలులేక ఆ వృద్ధురాలిని కొంతకాలం జైల్లో పెట్టారు. నేరం నిరూపించడానికి సాధ్యపడక 1621లో ఆమెను విడుదల చేశారు. కాని అప్పటికే బాగా కుంగిపోయిన ఆ వృద్ధురాలు పాపం ఆర్నెల్లు తిరిగేలోపు కన్నుమూసింది.

ఒక పక్క వ్యక్తిగత జీవితంలో ఇన్ని విపరీతమైన కష్టాలను ఎదుర్కొంటూ కూడా కెప్లర్ తన పరిశోధనలను వదులుకోలేదు. తన ముఖ్యమైన కృతుల్లో ఒక దాని పేరు Harmonice Mundi (**విశ్వ సామరస్యం**). మానవ లోకంలో ఈ భూ ప్రపంచం మీద ఇంత సంఘర్షణ జరుగుతున్నా ఖగోళంలో మాత్రం ఖగోళ వస్తువుల చలనాల్లో అద్భుతమైన సామరస్యం, సౌష్టవం ఉన్నాయనడం ఆ పుస్తకంలోని సారం. 1619లో ఆ పుస్తకం ప్రచురించబడింది. ఆ పుస్తకంలోనే ప్రస్తుతం మన కెప్లర్ మూడో నియమంగా చెప్పుకునే నియమాన్ని వర్ణించాడు. 1618లో మార్చి నెలలో తనకు ఆ సూత్రం గురించి ఆలోచన వచ్చిందని చెప్పుకున్నాడు. ప్రతి గ్రహానికి ఒక సంవత్సర కాలం ఉంటుంది. భూమి సూర్యుడు చుట్టూ ఒక చుట్టు తిరగడానికి ఒక సంవత్సరం అంటే 365.25 రోజులు పడుతుందని మనకు తెలుసు. అలాగే సూర్యుడికి మరింత

దగ్గరైన మెర్క్యురీ సంవత్సరకాలం సుమారు 88 (భూమి) రోజులు. సూర్యుడికి మరింత దూరంలో ఉన్న జూపిటర్ సంవత్సర కాలం 11.9 (భూమి) రోజులు. అందుచేత సూర్యుడి నుండి దూరం పెరుగుతుంటే ఆ గ్రహం యొక్క సంవత్సర కాలం కూడా క్రమంగా పెరుగుతుందని కొపర్నికస్ కాలం నుండి తెలిసిన విషయమే. అయితే కెప్లర్‌కి అందులో నిగూఢంగా ఓ సూత్రం దర్శనమిచ్చింది. గ్రహానికి సూర్యుడి నుండి దూరం R అనుకుంటే సంవత్సరకాలం T అనుకుంటే ఈ రెండింటి మధ్య సంబంధాన్ని ఇలా వ్యక్తంచెయ్యొచ్చు. $R^3$ $T^2$ కి అనులోమంగా ఉంటుంది.

ఉదాహరణకు సూర్యుడి నుండి భూమి కన్నా సూర్యుడి నుండి మార్స్ దూరం 1.52 రెట్లు ఎక్కువ. 1.52 ఘాతాన్ని (Power) 3 కి పెంచితే 1.52 x1.52 x 1.52 = 3.51 అవుతుంది. అలాగే మార్స్ యొక్క సంవత్సర కాలం భూమి సంవత్సరకాలం కన్నా 1.88 రెట్లు ఎక్కువ. దానికి వర్గాన్ని (Square) తీసుకుంటే 1.88x1.88 = 3.53 అవుతుంది. ఈ రెండు ఫలితాలు సుమారుగా ఒక్కటే. సూర్యుడి చుట్టూ తిరిగే అన్ని గ్రహాల విషయంలోనూ ఈ సూత్రం వర్తిస్తోందని కెప్లర్ గుర్తించాడు. ఇదే మూడో కెప్లర్ నియమంగా పేరు పొందింది.

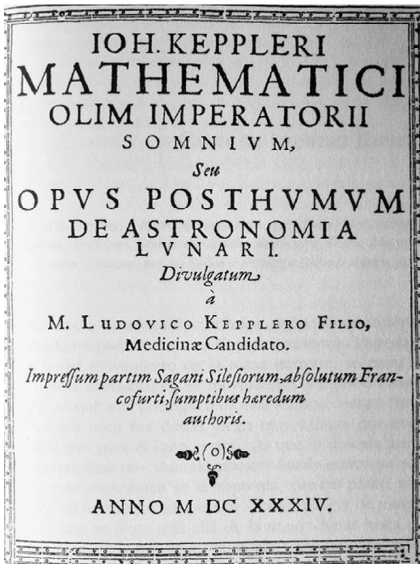
కెప్లర్ రాసిన మరో ముఖ్యమైన గ్రంథం పేరు Epitome of Copernican Astronomy (**కొపర్నికస్ ఖగోళ బోధిని**). ఈ కృతిలోని మూడు భాగాలు వరసగా 1618, 1620, 1621లలో ప్రచురించబడ్డాయి. ఇందులో కొపర్నికస్ బోధించిన సూర్య సిద్ధాంతాన్ని ఒక పక్క సమర్థిస్తూ కెప్లర్ తన మూడు సూత్రాలను ఉదాహరణలతో సహా వివరించాడు. ఈ పుస్తకం వల్ల కెప్లర్ భావాలు, కృషి వైజ్ఞానిక లోకానికి తెలిశాయి.

కెప్లర్ సూత్రాల వల్ల ఓ ముఖ్యమైన ఖగోళ విజయం సాధ్యమైంది. అత్యంత సరళమైన సూత్రాలు గ్రహ గతులను శాసిస్తున్నాయని ఒకసారి తెలిసిన తర్వాత గ్రహ గతులను మరింత ఖచ్చితంగా అంచనా వెయ్యడానికి సాధ్యమైంది. మన దేశంలో యేటా పంచాంగం లెక్కలు ప్రచురించబడినట్టు యూరప్‌లో ఆ రోజుల్లో గ్రహ గతులను **'రుడోల్ఫిన్ పట్టికలు'** (Rudolphine Tables) అనే పేరుతో రుడోల్ఫ్ చక్రవర్తి గౌరవార్థం అడపాదడపా ప్రచురిస్తూ ఉండేవారు. ఒక సమయంలో ఆ లెక్కలు తయారుచేసే గురుతర బాధ్యత కెప్లర్ నెత్తినపడింది. యుద్ధం వల్ల, సామాజిక సంక్షోభం వల్ల, వ్యక్తిగత జీవన సమస్యల వల్ల ఆ లెక్కలు చేసే కార్యంలో కొంత ఆలస్యం ఏర్పడింది. ఇంచుమించు అదే కాలంలో ఇంగ్లండ్‌కు చెందిన జాన్ నేపియర్

**'సంవర్గమానాలు'** (Logarithms)ని ప్రచురించడం వల్ల ఆ లెక్కలు చేసే భారం కాస్త తేలికైంది. సంవర్గమానాల సహాయంతో అత్యంత కఠినమైన లెక్కలను కూడా సునాయాసంగా చెయ్యడానికి వీలైంది. కెప్లర్ చేసిన రుడోల్ఫిన్ పట్టికలు 1627లో ప్రచురించబడ్డాయి. ఆ విధంగా కెప్లర్ రోమన్ సామ్రాజ్యంతో తనకు ఉన్న రుణం తీర్చుకున్నాడు. గతంలో కొపర్నికస్ చేసిన లెక్కల కన్నా ఈ కొత్త లెక్కలు ముప్పయ్ రెట్లు మరింత ఖచ్చితంగా ఉన్నాయని తేలింది. కెప్లర్ చేసిన కొత్త లెక్కల గొప్పదనం మొట్టమొదటిసారిగా 1631లో రుజువైంది. ఆ యేడాది ఫ్రెంచ్ ఖగోళ శాస్త్రవేత్త పియర్ గాసెండీ కెప్లర్ లెక్కలను అనుసరిస్తూ మెర్క్యురీ గ్రహం సూర్యుడి ముందు నుండి ఎప్పుడు సంచరిస్తుందో పరిశీలించాడు. కెప్లర్ లెక్కలకు, పరిశీలనలకు చక్కగా సరిపోయింది.

1628లో కెప్లర్ తన కుటుంబ సమేతంగా సాగన్ అనే ఊళ్లో స్థిరపడ్డాడు. ఇక జీవితాంతం ఆ ఊళ్లోనే ఉండిపోయాడు. ఈ ఊరు ఆధునిక పోలెండ్ దేశంలోని **సైలేసియా** అనే ప్రాంతంలో ఉంది. డ్యూక్ ఆఫ్ వాలెన్‌స్టయిన్ అనే రాజు కొలువులో ఉద్యోగం కూడా దొరికింది. ప్రాగ్ నగరంలో ఉండే రోజుల నుండి కెప్లర్‌కి ఈ డ్యూక్‌తో పరిచయం ఉండేది. ఒక దశలో కెప్లర్ ఈ డ్యూక్‌కి చెప్పిన జోస్యంలో చాలామటుకు నిజమయ్యాయని డ్యూక్‌కు అనిపించింది. దాంతో అతనికి కెప్లర్ యొక్క జ్యోతిష్యం మీద అపారమైన గౌరవం ఏర్పడింది. ఆ విధంగా సాగన్‌లో కెప్లర్ జీవితం సాఫీగా సాగిపోతోంది.

ఈ దశలోనే ఖగోళ విజ్ఞానంతోపాటు కాస్తంత కాల్పనిక విజ్ఞానం (Science Fiction) కూడా రాశాడు. Somnium (అంటే లాటిన్‌లో 'కల') అన్న పేరు గల ఈ నవలలో కథా నాయకుడు డ్యురాకోటస్ అనే 14 యేళ్ల పిల్లవాడు. ఐస్లాండ్‌కి చెందిన ఈ పిల్లవాడు 'వెన్' అనే దీవికి వెళ్లి అక్కడ ఓ గొప్ప పండితుడి వద్ద ఖగోళ శాస్త్రం నేర్చుకుంటాడు. అలా ఎన్నో యేళ్లు చదువుకుని తిరిగి తన స్వగ్రామానికి వస్తాడు. ఈ పిల్లవాడికి 'పియోల్షిల్డా' అనే పేరు గల తల్లి ఉంటుంది. ఈమెకు కాస్త మంత్రాలు, తంత్రాలు వచ్చు. ఎన్నో యేళ్ల తర్వాత తిరిగి వచ్చిన కొడుకును చూసిన తల్లి సంబరపడుతుంది. ముఖ్యంగా కొడుకు ఇప్పుడు గొప్ప ఖగోళ పండితుడయ్యాడని తెలుసుకుని మరీ మురిసిపోతుంది. ఎందుకంటే ఈ తల్లికి కూడా ఖగోళ విజ్ఞానం అంటే ఎంతో ఆసక్తి ఉంది. అయితే కథలో ఆమె ఖగోళ విజ్ఞానం సంపాదించిన తీరు కాస్త విచిత్రంగా ఉంటుంది. ఏవో భూతాల సహాయంతో ఆమె ఖగోళం గురించి


IOH. KEPPLERI
MATHEMATICI
OLIM IMPERATORII
SOMNIVM,
Seu
OPVS POSTHVMVM
DE ASTRONOMIA
LVNARI.
Divulgatum
à
M. LUDOVICO KEPPLERO FILIO,
Medicinæ Candidato.
Impressum partim Sagani Silesiorum, absolutum Francofurti, sumptibus hæredum authoris.
ANNO M DC XXXIV.

**కెప్లర్ రాసిన 'సోమ్నియమ్' నవల**

తెలుసుకున్నానని కొడుకుతో చెబుతుంది. అలా తెలుసుకున్న సంగతుల్లో ఒక విషయం ఇలా తన కొడుక్కి ఏకరవుపెడుతుంది. ఆకాశంలో యాభై వేల మైళ్ల ఎత్తున లెవానియా అనే ఓ దీవి ఉందట. (ఇది చందమామకు చిహ్నం) ఆ దీవిని చేరుకోవడానికి భూమి నుండి ఏదో రహస్య మార్గం ఉందని చెబుతుంది. ఆ విధంగా ఆధునిక వైజ్ఞానిక యుగం ఇంకా ఆరంభం కూడా కాని దశలో కెప్లర్ ఖగోళ వస్తువుల గురించి ఊహించి రాసిన నవలే కాల్పనిక విజ్ఞానంలో మొదటి నవల అంటారు.

సాగన్ నగరంలో జీవితం సాఫీగా సాగిపోతోందని అనుకుంటూండగానే రాజకీయ పరిస్థితులు మారాయి. రోమన్ చక్రవర్తి ఫెర్డినాండ్-2 కి డ్యూక్ ఆఫ్ వాలెన్‌స్టయిన్‌తో విభేదాలు వచ్చాయి. చక్రవర్తితో సామరస్యం చేసుకుందామని చేసిన ప్రయత్నాలేమీ ఫలించలేదు. చివరికి 1630లో రోమన్ చక్రవర్తి సైనిక దళంలో సేనానిగా ఉండే పదవి నుండి తొలగింపబడ్డాడు. డ్యూక్ పరిస్థితి ఇలా అయ్యాక అతని మీద ఆధారపడి పొట్టపోసుకునే కెప్లర్‌లాంటి వారి జీవితాల్లో అనిశ్చితి నెలకొంది. భుక్తి కోసం లీప్జిగ్, న్యూరెన్బర్గ్ మొదలైన ఊళ్లకు పయనమయ్యాడు కెప్లర్. ఆ ప్రయాణాల్లో ఆరోగ్యం దెబ్బతిని మంచానపడ్డాడు. చివరికి నవంబర్ 15, 1630వ సంవత్సరంలో మరికొన్ని రోజుల్లో తన 59వ పుట్టిన రోజు దగ్గరపడుతోందనగా ఆయన కన్నుమూశాడు.

# 9. ఆధునిక భౌతికశాస్త్ర పితామహుడు

## గెలీలియో గెలీలీ

ఆధునిక భౌతిక శాస్త్రం గెలీలియోతో మొదలైంది. ప్రతి వివాదంలోనూ ప్రయోగాత్మక పద్ధతికి, వస్తుగత దృష్టికి ప్రాధాన్యతనిస్తూ ఆయన ఆధునిక శాస్త్రీయ పద్ధతికి (Scientific Method) పునాదులు వేశాడు. ప్రయోగ ఫలితాల ద్వారా ప్రకృతి చెప్పే సాక్ష్యాధారాల బలం ముందు ఎంతటి అధికార బలం, అహంకార బలం అయినా తల ఒగ్గాల్సిందేనని నిరూపించాడు.

గెలీలియో పుట్టింది 1564, ఫిబ్రవరి 15న ఇటలీలోని పీసా నగరంలో. ఆస్తికత, దైవ చింతన బలంగా ఉన్న ఇంట్లో పెరుగుతున్నా, తనలో సహజంగా ఉండే శాస్త్రీయ చింతన చిన్నతనంలోనే బహిర్గతం కాసాగింది. గెలీలియో తన ఇంట్లో వాళ్లతోపాటు ప్రతి ఆదివారం చర్చిలో సర్వీస్‌కు వెళ్లేవాడు. ఒకసారి అలాగే చర్చిలో ప్రార్థన జరుగుతోంది. ఏం చెయ్యాలో తోచక దిక్కులు చూస్తూ కూర్చున్నాడు పిల్లవాడైన గెలీలియో. అంతలో ప్రవచకుడి వెనక నేపథ్యంలో అటూ ఇటూ ఊగుతున్న ఓ దీపం కనిపించింది. ఆ దీపం ఓ పొడవాటి గొలుసుకు వేలాడుతోంది. దీపం ఒకసారి అటూ ఇటూ ఊగడానికి ఎంతసేపు పడుతుందో తెలుసుకోవాలనిపించింది పిల్లవాడికి.



దగ్గరలో ఎక్కడా గడియారం కనిపించలేదు. తన ముంజేతి నాడినే గడియారంగా వాడుకుని దీపం ఒకసారి ఊగడానికి ఎంతసేపు పడుతుందో లెక్కపెట్టాడు. మొదట్లో **డోలనం** (Oscillation) యొక్క వ్యాప్తి ఎక్కువగా ఉండేది. కాని కాల క్రమేణా డోలనం చిన్నది అవ్వసాగింది. ఇక ఒక దశలో దీపం దాని కేంద్ర బిందువుకి కొద్దిగా అటూ ఇటూ చిన్న చలనాన్ని ప్రదర్శించసాగింది. అయితే డోలనం యొక్క వ్యాప్తి తగ్గుతున్నా ఒక డోలనానికి పట్టే సమయం మాత్రం మారకపోవడం చూసి గెలీలియో ఆశ్చర్యపోయాడు. ఇంటికి తిరిగొచ్చాక ఈ విషయంలోకి వెళ్లి ఇంకా లోతుగా శోధించడం మొదలెట్టాడు. ఆ శోధనలో నుంచి పుట్టిందే మనం చిన్నప్పుడు చదువుకున్న లోలకం. **లోలకం** యొక్క **ఆవర్తక కాలం** (Time period) అది కట్టబడ్డ తాడు పొడవు మీదే ఆధారపడుతుంది. డోలనం యొక్క వ్యాప్తి (Amplitude) మీదగానీ, లోలకం బరువు మీద కానీ ఆధారపడదు అని గమనించాడు గెలీలియో. తన చిన్నారి యంత్రానికి 'పల్సిలోగియా' (Pulsilogia) అని పేరు పెట్టాడు. అలా ఖచ్చితమైన వ్యవధి గల డోలనాలు ప్రదర్శించే లోలకంతో కాలాన్ని కొలవవచ్చునని, దాన్నే గడియారంలా వాడొచ్చని కూడా ఊహించాడు. ఆ విధంగా మత ప్రవచనాలు కొన్ని విచిత్రమైన పరిస్థితుల్లో గెలీలియోలో దాగి ఉన్న శాస్త్రవేత్తను తట్టిలేపాయి.

తర్వాత యవ్వన దశలో గెలీలియో తన తండ్రి ప్రోద్బలం మీద వైద్య విద్యలోకి ప్రవేశించాడు. మనసంతా గణిత, భౌతిక శాస్త్రాల మీదే ఉన్నా తండ్రి మాటను కాదనలేకపోయాడు. తను చిన్నప్పుడు కనిపెట్టిన లోలకానికి తన వైద్య విద్యలో కూడా ఒక చక్కని ప్రయోజనం ఉందని గమనించాడు. నాడి చూసి రోగి యొక్క ఆరోగ్య స్థితి గురించి తెలుసుకునేటప్పుడు ఆ నాడి వేగాన్ని ఖచ్చితంగా కొలవడానికి లోలకాన్ని వాడడం మొదలెట్టాడు. ఆ విధంగా తనకు ఇష్టంలేకపోయినా వైద్య రంగంలో ఓ చిన్న శాస్త్ర విజయాన్ని సాధించాడు గెలీలియో. కాని ఆ రంగంలో ఎంతోకాలం ఇమడలేకపోయాడు. చివరికి తన తండ్రిని ఒప్పించి ఆ చదువుకి మధ్యలోనే తిలోదకాలిచ్చేశాడు.

శాస్త్రవేత్త అంటే ప్రకృతి గురించి ఎన్నో విషయాలు తెలిసినవాడు అనుకుంటారు చాలామంది. కాని **నిజమైన శాస్త్రవేత్తకు ఉండాల్సిన ముఖ్య లక్షణం తెలిసి ఉండడం కాదు, తెలుసుకోవాలని ఉండడం.** కనిపించిన ప్రతి విషయం గురించి ఇంకా ఇంకా తెలుసుకోవాలనే తపనే గెలీలియోను ప్రతి విషయాన్ని ప్రశ్నించేలా చేసింది. ఆధారాలులేనిదే ఏదీ ఒప్పుకునేవాడు కాదు. 'అది అలా ఉందంతే' అని ఛాందస

వాదులు చెప్పే శుష్క వివరణలకు నవ్వేవాడు. వాళ్ల అమాయకత్వాన్ని అవహేళన చేసేవాడు. శాస్త్ర విషయాల్లో ప్రతి రంగంలోనూ ప్రాచీన గ్రీకు తాత్వికుడు అరిస్టాటిల్ భావాలు బలంగా పాతుకుపోయిన రోజులవి. అరిస్టాటిల్ చెప్పింది నిజమా, కాదా అన్న విచక్షణలేకుండా ఆయన చెప్పిందంతా వేదమని నమ్మేవాళ్లు పండితులు. ఆయన బోధనలను ఎదిరించడం, ప్రశ్నించడం అవివేకంగానూ, అమర్యాదగానూ భావించే వారు. అలాంటి అరిస్టాటిల్ బోధనల్లో ఒకదాని మీద ఇప్పుడు గెలీలియో ధ్వజమెత్తాడు.

గురుత్వాకర్షణ వల్ల వస్తువులన్నీ పైనుండి కిందకు పడతాయని అందరికీ తెలుసు. అయితే అలా పడుతున్న వస్తువులన్నీ ఒకే విధంగా పడవని కొన్ని ప్రయోగాల్లో కనిపిస్తుంది. ఉదాహరణకు ఓ రూపాయి నాణాన్ని, ఓ ఎండుటాకును ఒకే ఎత్తు నుండి పడేస్తే రూపాయి నాణెం ముందు కింద పడుతుంది. ఎండుటాకు అటూ ఇటూ వయ్యారంగా కాసేపు కొట్టుమిట్టాడి నెమ్మదిగా కింద పడుతుంది. కనుక బరువైన వస్తువులు తేలికైన వస్తువులకన్నా తొందరగా కింద పడతాయని అరిస్టాటిల్ బోధించాడు. కాని ఇది అన్ని సందర్భాల్లోనూ నిజం కాదని సులభంగా తేల్చవచ్చు. ఉదాహరణకు రూపాయి నాణెంతోపాటు ఒక చెంచానో, స్టీలు గ్లాసునో పడేసి చూడండి. ఇంచుమించు ఒకేసారి నేలను చేరుతున్నట్టు గమనించొచ్చు. కాని ఈ ప్రాథమిక విషయాన్ని కూడా ఎవరూ ప్రశ్నించకుండా యూరప్‌లో ఓ రెండు వేల యేళ్లపాటు గుడ్డిగా నమ్ముతూ వచ్చారు.

ఈ విషయంలో అరిస్టాటిల్ చెప్పింది తప్పని నిరూపించడానికి గెలీలియో అట్టహాసంగా ఓ బహిరంగ ప్రదర్శన చేశాడు.

బరువైన వస్తువులు ఎందుకు ముందు కింద పడతాయో వివరించడానికి అరిస్టాటిల్ వాదులు ఏవో చిత్రమైన వివరణలు ఇచ్చేవారు. కాని ఆ వివరణలేవీ పట్టించుకోకుండా గెలీలియో ప్రయోగాన్ని ఆశ్రయించాడు. పీసా నగరంలో ఓ ఎత్తయిన భవనం ఉంది. ఇది సన్నగా, పొడుగ్గా ఓ ధ్వజస్తంభంలా ఉంటుంది. నిర్మాణ దోషాల వల్ల ఇది కొద్దిగా ఒక పక్కకు ఒరిగి ఉంటుంది. దీన్ని పీసా వాలు సౌధం (Leaning Tower of Pisa) అంటారు. గెలీలియో ఆ భవనం ఎక్కి పైనుండి ఓ చిన్న తూటాను, ఒక పెద్ద ఉక్కు గుండును ఒకేసారి విడిచాడు. కింద నుండి ఆ ప్రదర్శనను గమనిస్తున్నవారికి రెండూ ఒకేసారి కిందపడడం కనిపించి ఆశ్చర్యం కలిగించింది. రెండు వేల యేళ్లుగా అరిస్టాటిల్ వాదులు చేసిన బోధనలు తప్పని

తేలింది. కాని ఇంకా ఒక సందేహం మిగిలిపోయింది. మరి ఓ ఇనుప గుండును, ఓ ఈకను వదిలితే గుండే ముందు పడుతుంది కదా? మరి ఈ సందర్భంలో పైసూత్రం ఎందుకు పనిచెయ్యడంలేదు? దానికి కారణం పడుతున్న వస్తువు యొక్క గమనాన్ని నిరోధిస్తున్న గాలేనని గెలీలియో అనుమానించాడు. కాని ఆ అనుమానాన్ని నిజమని నిరూపించడానికి గాలిలేని సీమలో ప్రయోగం చెయ్యాలి. అదంత సులభంకాదు. ఇక్కడే గెలీలియోకు ఓ చక్కని ఉపాయం తట్టింది.



పీసా గోపురం నుంచి చేసిన ప్రయోగం

గాలికి బదులు నీట్లో వస్తువులు ఎలా పడతాయో పరీక్షించడం మొదలెట్టాడు. గాలి యొక్క నిరోధకత సంగతి ఏమోకానీ నీరు వస్తువుల గమనాన్ని నిరోధిస్తుందని అర్థంచేసుకోవడం సులభం. పైగా నీట్లో వస్తువులు కాస్త నెమ్మదిగా పడతాయి కనుక అవి కిందపడడానికి పట్టే కాలాన్ని తను కనిపెట్టిన లోలకాన్ని ఉపయోగించి ఖచ్చితంగా కొలవవచ్చు. కనుక పెద్ద తొట్టెలోని నీట్లో వస్తువులు ఎలా పడతాయో ప్రయోగాలు చేసిన గెలీలియోకు రెండు విషయాలు అర్థమయ్యాయి.

1. బరువైన, నునుపైన, నీటిని సులభంగా ఛేదించగల ఆకారం గల (Streamlined) వస్తువులు (ఉదాహరణకు నునుపైన మొన గల ఓ స్టీల్ కడ్డీ) ఒకే కాలంలో కిందపడతాయి.

2. బాగా తేలికైన వస్తువులుగానీ, నునుపైన, నీటిని కోయగల ఆకారంలేని వస్తువులు కానీ మరింత నెమ్మదిగా పడతాయి.

కనుక ఎలాగైతే పడే వస్తువును నీరు నిరోధిస్తుందో అలాగే గాలి కూడా పడే వస్తువును నిరోధిస్తుందని ఊహించుకోవచ్చు. ఆ నిరోధకతే లేకపోతే అన్ని వస్తువులూ (ఈకలు, మేకులు అన్నీ) ఒకే విధంగా పడతాయని తేలుతుంది. కాని అది

నిరూపించడానికి సంపూర్ణ శూన్యాన్ని తయారుచెయ్యాలి. ఆధునిక సాంకేతిక పరిజ్ఞానంతో అలాంటి **శూన్య మందిరాన్ని** (Vaccum Chamber) నిర్మించొచ్చు. అందులో ఈక కూడా ఓ బరువైన వస్తువులాగే వేగంగా కింద పడడం కనిపిస్తుంది.

పడే వస్తువులతో ప్రయోగాలు చేస్తున్న గెలీలియో మరో విషయాన్ని కూడా గమనించాడు. పడుతున్న వస్తువు ఒకే వేగంతో పడదు. కింద పడుతున్నకొద్దీ వేగం పుంజుకుంటుంది. అయితే ఇది కూడా అరిస్టాటిల్ చెప్పిన దానికి భిన్నంగా ఉంది. అరిస్టాటిల్ ప్రకారం పడే ప్రతి వస్తువుకీ ఒక **'సహజ పతన వేగం'** (Natural Falling Speed) ఉంటుంది. కాని తన పరిశీలనలను ఖచ్చితంగా నిర్ధారించుకోవడానికి పడే వస్తువు యొక్క వేగాన్ని వివిధ కాలాల్లో కొలవాలి. కాని వస్తువులు చాలా వేగంగా కింద పడతాయి. ఆ వేగాన్ని తగ్గించగలిగితే పడేకొద్దీ వేగం ఎలా పెరుగుతుందో పరిశీలించవచ్చు. అందుకొక చక్కని ఉపాయం ఆలోచించాడాయన.

నేరుగా కిందకు పడే వస్తువుకన్నా వాలుతలం మీద పడే బంతి మరింత నెమ్మదిగా పడుతుందని మనకు తెలిసిన విషయమే. ఆ వాలు ఎంత ఎక్కువగా ఉంటే బంతి జారే వేగం అంత తక్కువగా ఉంటుంది. వాలు పెంచడమంటే ఒక విధంగా గురుత్వాన్ని తగ్గించడమే.

వాలు తలం మీద ప్రయోగాల ఆధారంగా కిందకు జారుతున్న వస్తువుల వేగం క్రమంగా పెరుగుతుందని కనుక్కున్నాడు గెలీలియో. ఆ వేగం యొక్క మార్పును ఈ చిన్న సూత్రంతో వ్యక్తంచెయ్యొచ్చునని కూడా చెప్పాడు.

$$V = at + v_o$$

($V$ = వేగం, $a$ = త్వరణం, $t$ = కాలం, $v_o$ = ఆరంభ వేగం)

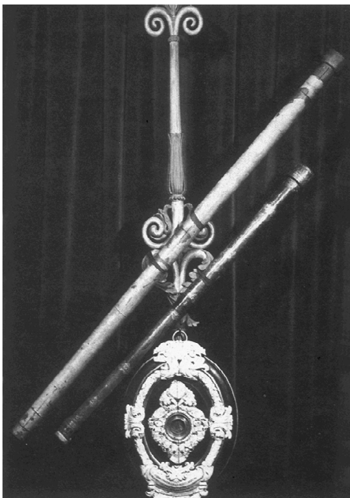
ఆ విధంగా గెలీలియో వస్తువుల చలనం గురించి ఎన్నో మౌలిక విషయాలను కనుక్కున్నా గెలీలియో సాధించిన అతి ముఖ్యమైన విప్లవం అతని చేతికి ఓ దూరదర్శిని చిక్కడంతో మొదలైంది.

దూరదర్శినిని కనిపెట్టింది గెలీలియో అనుకుంటారు చాలామంది. కాని ఆ పరికరాన్ని కనిపెట్టింది హాలెండ్‌కు చెందిన **హన్స్ లిపర్షే** అనే వ్యక్తి. కళ్లద్దాలు తయారుచేసే ఈ వ్యక్తి అక్టోబర్ 1608లో దూరదర్శినిని కనిపెట్టాడు. కటకాలను (Lenses) వాడి దృశ్యాన్ని వృద్ధి చేసే ప్రక్రియ చాలాకాలంగా తెలిసిందే. భూతద్దాల వాడకం కూడా చాలాకాలంగా ఉంది. కటకాలను ఒక చట్రంలో బిగించి కళ్లద్దాలను చేసే పద్ధతి కూడా పదిహేనో శతాబ్దంలో ఇటలీలో ఉండేది. దూరదృష్టికి ఎలాంటి

కటకాలు వాడాలో, హ్రస్వ దృష్టికి (Short Sight) ఎలాంటి కటకాలు వాడాలో కూడా తెలిసిందే.

కాని ఇలాంటి పలు కటకాలను ఒక నాళంలో వరస క్రమంలో అమర్చి ఒక్క కటకంతో సాధించగల వృద్ధి (Magnification) కన్నా ఎక్కువ వృద్ధిని సాధించొచ్చని ఇంగ్లండ్‌లో 1570లో **థామస్, లియొనార్డ్ డిగ్గిస్** అనే ఇద్దరు వ్యక్తులు నిరూపించారు. ఇందులో ఓ **పుటాకార కటకం** (Convex Lens), ఓ అద్దం వాడడం జరిగింది. ఇదో ప్రాథమిక దూరదర్శిని అనుకోవచ్చు. అయితే ఇది కేవలం ఓ పరిశోధనాత్మక దూరదర్శినిగానే ఉండిపోయింది. అధిక స్థాయిలో దీని ఉత్పత్తి జరగలేదు. ఆ తర్వాత హన్స్ లిపర్షే చేసిన దూరదర్శినిలో ఒక పుటాకార కటకం, ఓ **నతాకార కటకం** (Concave Lens) వాడబడ్డాయి. అది దృశ్యాన్ని మూడు (X3), నాలుగు (X4) రెట్లు పెద్దది చేసి చూపిస్తుంది. హాలెండ్ ప్రభుత్వం ఈ ఆవిష్కరణకు పేటెంట్ కూడా ప్రదానం చేసింది.

దూరదర్శినికి సంబంధించిన వార్త కొద్ది నెలల్లోనే ఇటలీ తదితర ప్రాంతాలకు పాకింది. త్వరలోనే ఆ పరికరాలు యూరప్‌లో పలు ప్రాంతాల్లో అమ్మకానికి వచ్చాయి. ఆగస్ట్ 1609లోనే **థామస్ హారియోట్** అనే వ్యక్తి ఓ X6 బలం ఉన్న దూరదర్శినితో చందమామను చూసినట్టు కూడా సమాచారం ఉంది. కాబట్టి దూరదర్శినితో ఖగోళ వస్తువులను చూసిన ప్రథముడు గెలీలియో కాడు. గెలీలియో గొప్పదనం తను చూసిన దాని నుండి అంతకుముందు మరెవ్వరూ తెలుసుకోలేనంత గొప్ప సారాంశాన్ని రాబట్టడం.



**గెలీలియో దూరదర్శిని**

లిపర్షే నిర్మించిన దూరదర్శినిని కొనుక్కు తెచ్చుకున్నాడు గెలీలియో. దాని నిర్మాణాన్ని, పనితీరుని జాగ్రత్తగా అధ్యయనం చేశాడు. అంతకన్నా శక్తివంతమైన దూరదర్శినిని తయారు చెయ్యాలని నిర్ణయించుకున్నాడు. ఆగస్ట్ 1609లో గెలీలియో ఆ రోజుల్లో అత్యంత శక్తివంతమైన దూరదర్శినిని తయారుచేసి దాన్ని వెనీస్ నగరానికి చెందిన **'డోజ్'**కి

బహుమతిగా ఇచ్చాడు. ఇద్దరూ కలసి వెనిస్‌లో ఉన్న ప్రఖ్యాత సెయింట్ మార్క్ **గంట గోపురం** (St.Mark Bell Tower) ఎక్కి పక్కనే ఉన్న చెరువును, పరిసర ప్రాంతాలను తీరిగ్గా పరిశీలించారు. ఆ వ్యవహారం గురించి ఓ వారం తర్వాత గెలీలియో తన మరిదికి జాబు రాస్తూ తన దూరదర్శిని అందరినీ తెగ మురిపిస్తోందంటూ మురిసిపోతాడు. దానికి ముఖ్య కారణం తను చేసిన దూరదర్శిని యొక్క సంవర్ధక శక్తే. ఆ రోజుల్లో అత్యంత శక్తివంతమైన దూరదర్శిని యొక్క శక్తి X10 అయితే గెలీలియో నిర్మించిన పరికరం యొక్క శక్తి X60.

ఆ విధంగా గెలీలియో నిర్మించిన ఈ శక్తివంతమైన దూరదర్శిని వల్ల ఎన్నో లౌకిక ప్రయోజనాలు ఉన్నట్టు తెలిసినా దాని వల్ల ఎన్నో లోకోత్తర ప్రయోజనాలు ఉన్నాయన్న గుర్తింపుతో దాని విలువ ద్విగుణీకృతమైంది. అంతవరకూ కొండలను, బండలను, చెరువులను, తరువులను, పడవలను, పడతులను వీలైనంత దగ్గరగా చూసి ఆనందించడానికి మాత్రమే ఉపయోగించబడ్డ దూరదర్శినిని గెలీలియో భువి నుండి మరల్చి దివికేసి గురిపెట్టాడు.

కోటానుకోట్ల కొంగొత్త సత్యాలతో తొణికిసలాడుతున్న విశ్వం గెలీలియో కళ్లెదుట సాక్షాత్కరించింది.

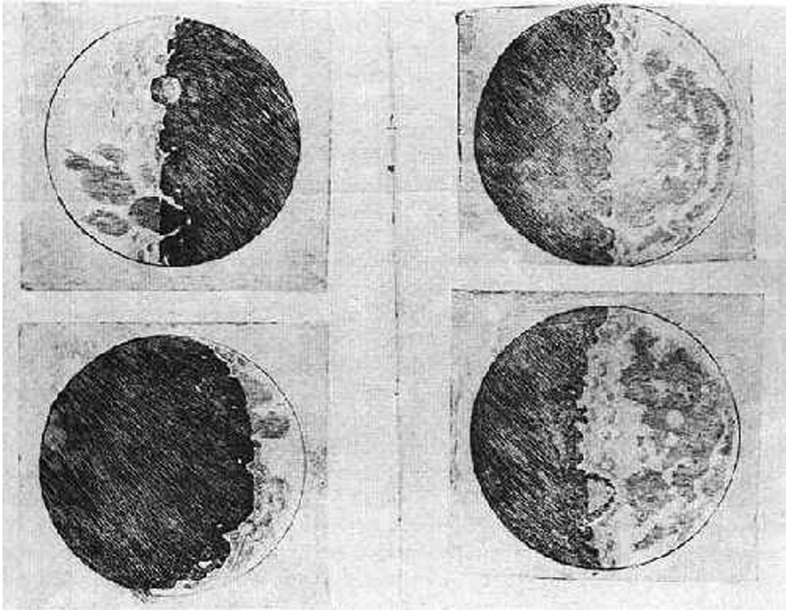
మొట్టమొదటిసారిగా చందమామకేసి దూరదర్శినిని గురిపెట్టిన గెలీలియోకి ఆ అనుభవంతో తన జీవితమేకాక విజ్ఞానం కూడా ఓ మలుపు తిరగబోతోందని తెలియదు. నవంబర్ 1609లో గెలీలియో తన చంద్ర పరిశీలనలు మొదలెట్టాడు. అందుకు తను నిర్మించిన దూరదర్శినిని వాడుకున్నాడు. నవంబర్ 30 నుండి డిసెంబర్ 18 వరకూ రోజూ క్రమబద్ధంగా పరిశీలనలు చేసి ఆ వివరాలన్నీ సైడిరియస్ నున్సియస్ (Sidereus Nuncius) అనే పుస్తకంలో పొందుపర్చాడు. చందమామ ఉపరితలం అంతా 'పెద్ద పెద్ద కొండలతోనూ, లోతైన అగాధాలతోనూ, మెలికలు తిరిగే దారులతోనూ నిండి ఉండడం చూసి నిర్ఘాంతపోయాడు. చందమామ మీద వెలుగు ఉన్న చోట (అక్కడి పగలు) ఎన్నో నల్లని మచ్చలు కనిపించాయి. అలాగే చీకట్లో ఎన్నో మెరిసే భాగాలు కనిపించాయి. అలాగే వెలుగు, చీకట్లను వేరుచేసే సరిహద్దు నునుపుగా లేదని, సూక్ష్మంగా చూస్తే ఆ రేఖ గజిబిజిగా ఉందని కూడా గమనించాడు.

ఈ పరిశీలనలన్నీ చందమామ గురించిన గత భావాలకు పూర్తిగా విరుద్ధంగా ఉన్నాయి. గెలీలియో పూర్వీకులు టోలెమీ తదితరులు **'దివి వస్తువులు'** (Heavenly

Bodies) అన్నీ మచ్చలేని పరిపూర్ణ గోళాలని బోధించారు. నిమ్నోన్నతలు, వాగులు, వంకలు అన్నీ భూమికే. భూమికాని ఇతర ఖగోళ వస్తువులన్నీ మచ్చలేని గోళాకృతిలో రోదసిలో సనాతన సంచారం చేస్తుంటాయి. కాని గెలీలియోకి కనిపించిన చందమామ అలా లేదు.

భూమి మీద ఉన్నట్టే చందమామ మీద కూడా కొండలు, లోయలు కనిపించాయి. ఆ కొండల మీద, లోయల్లోనూ సూర్య కాంతి వాలుగా పడ్డప్పుడు ఏర్పడే నీడలే ఆ మచ్చలు. సూర్యుడ్ని బట్టి చంద్రుడి స్థానం మారుతున్నప్పుడు ఆ మచ్చల/నీడల రూపురేఖలు కూడా మారతాయి. మరి చందమామ దివి వస్తువు అయితే దాని మీద ఇన్ని అపరిపూర్ణతలు ఎలా ఉన్నాయి? చందమామకు, భూమికి తాహతులో మౌలికమైన తేడా యేముంది? మరి ఇతర 'దివి వస్తువులు' కూడా ఇలాగే అపరిపూర్ణంగా ఉండవని నమ్మకమేమిటి?

ఆ విషయాన్ని తేల్చుకోవడానికి గెలీలియో తన దూరదర్శినిని ఈసారి సూర్యుడు మీదకు గురిపెట్టాడు. లోకం మీద కాంతులు కురిపించే భానుమూర్తి, ఆదిత్యుడు, మార్తాండుడు పరిపూర్ణుడో, కాదో పరీక్షించాలి. సూర్యుడి మీద కూడా మచ్చలు



**గెలీలియో చూసిన చంద్రకళలు**

ఉండడం చూసి గెలీలియో నిర్ఘాంతపోయాడు. ఇవి **'సూర్యబిందువులు'** (Sun Spots) అని, పరిసర ప్రాంతాలకన్నా వీటి వద్ద ఉష్ణోగ్రత కాస్త తక్కువగా ఉండడం వల్ల అలా కనిపిస్తాయని, వాటి వ్యాసం సగటున లక్ష కిలోమీటర్లు ఉంటుందని మనకిప్పుడు తెలుసు. పైగా ఆ మచ్చలు నెమ్మదిగా కదులుతున్నాయని కూడా గెలీలియో గమనించాడు. అంటే సూర్య గోళం తన అక్షం మీద అది పరిభ్రమిస్తోందన్న మాట. సూర్యుడికి ఆత్మ భ్రమణం ఉన్నప్పుడు భూమికి కూడా ఉండడంలో తప్పేముంది? కనుక కొపర్నికస్ చెప్పింది నిజమే అయ్యుంటుందని ఊహించాడు గెలీలియో.

జనవరి 1610లో గెలీలియో దృష్టి బృహస్పతి మీద పడింది. గ్రహాల్లోకెల్లా పెద్ద గ్రహం బృహస్పతి. దూరదర్శినిలో చూస్తే ఎలా ఉంటుందో? బృహస్పతి దరిదాపుల్లో నాలుగు మెరిసే చుక్కలు కనిపించాయి. కనుక మొదట్లో అవి తారలు అనుకున్నాడు. వాటిని మెడిసియా సైడీరియా (Medicea Siderea - Medician Stars) అని పిలుచుకున్నాడు. గెలీలియో ఆ పేరు ఎంచుకోవడం వెనుక ఓ చిన్న కథ ఉంది.

పొట్టకూటి కోసం గెలీలియో గొప్పింటి వాళ్లకు లెక్కలు, సైన్స్ ట్యూషన్లు చెప్పుకుని బతికేవాడు. అలా ట్యూషన్లు చెప్పించుకున్న వారిలో ఒకడైన **కాసిమో ద మెడిసీ** అన్నవాడు తదనంతరం 1609లో ఇటలీలో టస్కనీ ప్రాంతానికి డ్యూక్ అయ్యాడు. 1610లో తను కనుక్కున్న ఈ కొత్త ఖగోళ విశేషాలకు గెలీలియో ఆ కాసిమో పేరు పెట్టాలని అనుకున్నాడు. ఆ విధంగా అతని కృపాకటాక్షాలకు పాత్రుడు కావచ్చుననుకున్నాడు.

గెలీలియో జీవితంలో ఆ మహా మేధావి ఈ విధంగా ధనికుల, మతాధికారుల మోచేతి నీళ్లు తాగడం ఎన్నో సందర్భాల్లో కనిపిస్తుంది. ఒక పక్క విజ్ఞాన రంగంలో అంత గొప్ప విప్లవాలు తీసుకొచ్చిన ఆ మేధావి సంఘంలో పెద్ద మనుషుల అడుగులకు మడుగులొత్తడం ఆశ్చర్యం కలిగిస్తుంది. అంత గొప్పవాడికి అలాంటి ప్రవర్తన తగదేమో అనిపిస్తుంది. కాని అప్పటి సాంఘిక పరిస్థితుల గురించి ఆలోచిస్తే ఒక విధంగా అది తప్పదేమోనని కూడా అర్థమవుతుంది.

గెలీలియో కాలానికి యూరప్‌లో సాంస్కృతిక పునరుద్దీపనం (Renaissance) మొదలై కొన్ని శతాబ్దాలైంది. కాని అది కేవలం సాంస్కృతిక విప్లవం మాత్రమే. మనో రంగంలో వైజ్ఞానిక పునరుజ్జీవనం తెచ్చిన విప్లవానికి కొపర్నికస్ తదితరులు నాంది పలికినా ఆ నూతన భావాలను నాటి సంఘం, మతం తీవ్రంగా నిరోధిస్తూనే ఉంది. సంఘం మెచ్చని, మతం అంగీకరించని భావాలను ధీమాగా వ్యక్తంచేస్తే

ప్రాణానికే ముప్పు. అలాంటి సమాజంలో మేధావికి కూడా ధనిక వర్గానికి, మతాధికారులకు 'బాంచను దొరా' అనక తప్పదేమో. ఖగోళ వస్తువులకు చిన్నా చితకా రాజుల పేర్లు పెట్టక తప్పదేమో. అందుకే ముందు కాసిమో పేరు మీద బృహస్పతి దరిదాపుల్లో కనిపించిన ఈ చుక్కలకు సమష్టిగా 'కాసిమో సైడీరియే' (Cosimo Stars) అని పేరుపెడదాం అనుకున్నాడు. కాని అలా కాకుండా కాసిమో ఇంటి పేరైన 'మెడిసీ' పేరు పెడితే అతని వంశానికే ఖ్యాతి తెచ్చినట్టవుతుందని అలా పేరుపెట్టాడు.

కాని తను నక్షత్రాలని నమ్మిన ఈ కొత్త వస్తువులను కొంతకాలంపాటు జాగ్రత్తగా గమనిస్తే ఆ 'చుక్కలు' బృహస్పతి వెనక్కు పోవడం, తిరిగి గ్రహం ముందుకు రావడం కనిపించింది. అంటే అవి నక్షత్రాలు కావన్నమాట. అవి బృహస్పతికి చెందిన చందమామలు! భూమికి తప్ప ఇతర గ్రహాలకు చందమామలు ఉండడం అంతవరకూ ఎవరూ చూడలేదు. అసలు ఇతర గ్రహాలకు చందమామలు ఉండొచ్చునన్న ఆలోచన కూడా ఎవరికీ రాలేదు. బృహస్పతి చుట్టూ చందమామలు తిరుగుతున్నాయన్న వాస్తవం టోలెమీ సిద్ధాంతాలకు గొడ్డలిపెట్టు అయ్యింది. విశ్వానికి కేంద్రం భూమి అయినప్పుడు ఖగోళ వస్తువులన్నీ భూమి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తాయని నమ్మాల్సి ఉంటుంది. అలాంటి నేపథ్యంలో మరో గ్రహం చుట్టూ ప్రత్యేకంగా పరిభ్రమించే వస్తువులు ఉండడం మరొక్కసారి టోలెమీ భావాలను బలహీనపరుస్తూ కొపర్నికస్ బోధించిన విశ్వ దర్శనాన్ని సమర్థిస్తోంది.

ఉత్సాహం పట్టలేక తను కనుక్కున్న విషయాలన్నీ ఆత్రంగా కెప్లర్‌కి ఉత్తరంలో రాశాడు గెలీలియో.

గెలీలియో దూరదర్శనులతో చేస్తున్న పరిశీలనల గురించి కెప్లర్ మొట్టమొదట 'హెర్ వాకర్' అనే వ్యక్తి ద్వారా విని సంతోషించాడు. విశ్వం గురించి శతాబ్దాలుగా తెలియని సమస్యలు ఈ దూరదర్శిని వల్ల తేలే అవకాశం ఉందని అతను మొదటినుంచీ ఊహించాడు. ఈ కొత్త పరికరం ఖగోళ విజ్ఞానంలో విప్లవం తీసుకురాగలదని ఆశిస్తూ దాన్ని ఇలా పొగిడాడు. 'ఓ దూరదర్శినీ, జ్ఞానదాయినీ, నీ ఘనత ముందు ఎంత మహిమాన్వితమైన రాజ దండమైనా సాటి రాదు. నిన్ను చేబూనినవాడు దివ్యమైన ఈ సృష్టికి రాజవుతాడు, సామ్రాట్ అవుతాడు'.

భూమి చుట్టూ సూర్య చంద్రులేకాక ఇతర గ్రహాలు కూడా తిరుగుతున్నాయని, విశ్వానికి కేంద్రం మనిషికి జన్మనిచ్చిన ఈ భూమేనని ఒక పక్క క్రైస్తవ మతం

బోధిస్తుంటే ఆ భావనను ఖండిస్తూ భూమి, తదితర గ్రహాలన్నీ సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతున్నాయని ప్రతిపాదించాడు కొపర్నికస్. అయితే కొపర్నికస్ వాదనలో బలహీనత దానికి తగినన్ని సాక్ష్యాధారాలు లేకపోవడం.

గ్రహాల గజిబిజి గతులకు సంబంధించిన కొన్ని చిక్కుముళ్లను విడదీశాడు కెప్లర్. అంతకుముందు టైకో బ్రాహే చేసిన విస్తృత పరిశీలనల ఆధారంగా కెప్లర్ గ్రహాల కక్ష్యలను శాసించే మూడు నియమాలను ప్రతిపాదించాడు. ఆ వివరాలు కిందటి అధ్యాయంలో పరిశీలించాం.

కెప్లర్ నియమాలు సూర్య సిద్ధాంతానికి ఓ నిర్దిష్టమైన రూపాన్ని ఇచ్చాయి.

ఇప్పుడు గెలీలియో తన దూరదర్శినితో కొత్తగా చేస్తున్న పరిశీలనలు కెప్లర్ భావాలను సమర్థిస్తున్నట్టుగా ఉన్నాయి. అందుకే గెలీలియో తన ఉత్తరాల్లో అప్పుడప్పుడూ అందిస్తున్న వార్తలు కెప్లర్‌కి ఎంతో సంతోషం కలిగించాయి.

ఇన్ని ఆధారాలు పోగవుతున్నా మతం మాత్రం తన బోధనలను, భావనలను మార్చుకోలేదు. దేవుడు మనిషిని అపురూపంగా సృష్టించాడు. అలాంటి మనిషి జీవించే ఈ భూమికి విశ్వంలో ఓ ప్రత్యేక స్థానం ఉంది. కనుక గ్రహాలు, సూర్యచంద్రులు, తారలు అన్నీ భూమి చుట్టూ తిరుగుతున్నాయి. దీన్ని కాదన్నవాడు వట్టి అజ్ఞాని లేదా దైవ ద్రోహి. ఇదీ వరస!

మతం మంకుపట్టు ఇలా ఉండగా గెలీలియో శాస్త్రపరంగా కూడా వాదాన్ని ఇంకా బలపర్చాల్సి ఉందని గ్రహించాడు. ఇంతవరకూ తాను కనుక్కున్న విషయాలు విశ్వానికి భూమి కేంద్రం కాకపోవచ్చునని, భూమికి ప్రత్యేకమైన స్థానమేదీలేదని సూచిస్తున్నాయే కానీ గ్రహాలన్నీ సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతున్నాయని ప్రత్యేకంగా నిరూపించలేకపోయాడు. టైకో బ్రాహే పరిశీలనల్లో ఆ విషయం అంతర్లీనంగా ఉ న్నా, కెప్లర్ సిద్ధాంతాలు కూడా ఆ దిశలోనే మొగ్గుచూపుతున్నా దూరదర్శినితో ప్రత్యక్షంగా చూస్తూ సూర్యుడి చుట్టూ గ్రహాలు తిరుగుతున్నాయని నిరూపించగలమా? అని ఆలోచించాడు గెలీలియో.

విజ్ఞాన శాస్త్రంలో ఎప్పుడూ ఒక మంచి సిద్ధాంతం అంతకుముందు తెలిసిన విషయాలను వర్ణించగలిగితే సరిపోదు. ఆ సిద్ధాంతం అంతకుముందు తెలియని కొత్త విషయాలను కూడా ఊహించగలగాలి. అప్పుడా కొత్త విషయాలను కొత్తగా ప్రయోగం చేసి నిరూపిస్తే సిద్ధాంతం మరింత బలపడుతుంది. 'ద రివల్యూషనిబస్' అనే గ్రంథంలో కొపర్నికస్ సరిగ్గా అలాంటి ఊహాగానమే ఒకటి చేశాడు. శుక్ల

పక్షం నుండి కృష్ణ పక్షం వరకూ చంద్రుడికి దశలు ఉంటాయని మనకు తెలుసు. మరి వీనస్, మెర్క్యురీ మొదలైన గ్రహాలు సూర్యుడి చుట్టూ తిరిగేటట్టయితే వాటికి దశలు ఉండాలని ఊహించాడు కెప్లర్. కాని ఆ విషయాన్ని నిరూపించడానికి తన వద్ద సరైన సాధన సామాగ్రి లేకపోయింది.

తన కొత్త పరికరంతో ఆ సంగతేమిటో తేల్చుకుందామని బయలుదేరాడు గెలీలియో.

## వీనస్ దశలు - గెలీలియో పరిశీలనలు

మరీ చిన్నదైన మెర్క్యురీని విడిచిపెట్టి వీనస్ మీద అధ్యయనాలు మొదలుపెట్టాడు గెలీలియో. వీనస్ గ్రహ భ్రమణంలో ఒక ప్రత్యేకత ఉంది. దాని సంవత్సర కాలం, దాని దినకాలం ఇంచుమించు ఒక్కటే. అంటే వీనస్ ఒక మొహమే ఎప్పుడూ సూర్యుడి కేసి తిరిగి ఉంటుంది. (చందమామకు, భూమికి మధ్య కూడా ఇలాంటి సంబంధమే ఉందని మనకు తెలుసు). కాని భూమి నుండి చూసేటప్పుడు సూర్యుడ్నిబట్టి వీనస్ స్థానం మారుతూ ఉంటుంది. కనుక వీనస్ దశలు కూడా కనిపించాలి. టోలెమీ తదితరుల సిద్ధాంతం ప్రకారం పృధ్వీ కేంద్ర సిద్ధాంతం నిజమైతే వీనస్ దశల వరస క్రమం ఒక రకంగా ఉండాలి. కాని సూర్య కేంద్ర సిద్ధాంతం నిజమైతే వీనస్ దశల వరస క్రమం మరో విధంగా ఉండాలి.

1610లో గెలీలియో మొట్టమొదటిసారిగా వీనస్ దశలను దర్శించి వాటిని వర్ణిస్తూ సవివరంగా చిత్రాలు గీశాడు. తన పరిశీలనలు సూర్య సిద్ధాంతానికి మద్దతు ఇస్తున్నట్టుగా ఉన్నాయి. ఇది తెలిస్తే కొపర్నికస్‌వాదులు మరింత చెలరేగే ప్రమాదం ఉంది. అదే జరిగితే చర్చితో ఘర్షణ తప్పదు. ఈ తలనెప్పులన్నీ వద్దనుకున్నాడు గెలీలియో. అందుకే తను కనుక్కున్న విషయాన్ని గూఢ సందేశంగా తన పుస్తకంలో లాటిన్‌లో ఇలా రాసుకున్నాడు Haec Immatura a me iam Frustra Leguntur oy. (These are at Present too Young to be read by me) కాస్త గుంభనంగా ఉన్న ఈ వాక్యానికి 'ఇంకా అంకుర స్థితిలో ఉన్న ఈ విషయాలను చదివి ఒక ఖచ్చితమైన నిర్ణయానికి రావడానికి ప్రస్తుతానికి నాకు కష్టంగా ఉంది' అన్న అర్థాన్ని తీసుకోవచ్చు. కాని పై లాటిన్ వాక్యంలోని అక్షరాలను తారుమారుచేస్తే ఇలా మరో లాటిన్ వాక్యం వస్తుంది: "Cynthiae Figuras Emulatur Mater Amorum" (Cynthia's Figures are Imitated by the Mother of Love. సింథియా

దృశ్యాలను (ప్రేమ జనని అనుకరిస్తోంది.) ఇక్కడ సింథియా అంటే చందమామ దృశ్యాలను ప్రేమ దేవత అయిన వీనస్ అనుకరిస్తోందట! అంటే చందమామకి ఉన్నట్టే వీనస్‌కు కూడా దశలు ఉన్నాయని గెలీలియో లోకానికి రహస్యంగా తెలియజేస్తున్నాడు.

అలా 1610లో చేసిన పరిశీలనలు తదనంతరం 1613లో బయటపడ్డాయి. సూర్య సిద్ధాంతాన్ని సమర్థిస్తూ ఇన్ని ఆధారాలు బయటపడుతున్నా అరిస్టాటిల్ వాదులు మాత్రం తమ మంకుపట్టు వదల్లేదు. ఎంతోకాలంగా అంతరిక్ష వస్తువులను పరిశీలించడానికి అలవాటుపడ్డ ఖగోళవేత్తలకు ఈ కొత్త బోధన మింగుడుపడలేదు. ఉదాహరణకు బృహస్పతి చందమామల గురించి గెలీలియో కనుక్కున్న విషయాల గురించి విన్న **ఫ్రాన్సెస్కో** అనే ఖగోళవేత్త ఇలా వితండ వాదన మొదలెట్టాడు. 'బృహస్పతి చందమామలు కంటికి కనిపించవు. కనుక భూమి మీద వాటికి ప్రభావం ఉండదు. కనుక వాటి గురించి అసలు పట్టించుకోవడం అనవసరం. కనుక అవి అసలు లేవనే అనుకోవాలి'. తలాతోకాలేని ఈ వాదన విని 'దీని భావమేమి?' అని గెలీలియో ఆలోచనలో పడ్డాడు. అలాగే **గిలియో లీబ్రీ** అనే తత్వవేత్త అసలు దూరదర్శినితో చూడడమే పెద్ద పాపం అన్నట్టు మాట్లాడేవాడు. తదనంతరం అతగాడు చనిపోయాక 'కనీసం స్వర్గానికి వెళ్లే దారిలోనైనా వీనస్ దశలు, బృహస్పతి చందమామలు కనిపించాయేమో' అని ఛలోక్తి విసురుతాడు గెలీలియో.

గెలీలియో తన పరిశీలనలను బయటపడనిచ్చాడేకానీ దాని పర్యవసానంగా సూర్య సిద్ధాంతాన్ని ఒప్పుకోవాలని మాత్రం గట్టిగా చెప్పేవాడుకాదు. పరిశీలనలను బట్టి ఎవరికివారే వాటి పర్యవసానాలను అర్థంచేసుకోవాలని ఎదురుచూసేవాడు. సూర్య సిద్ధాంతం ఊసెత్తితే చర్చితో తలగోక్కున్నట్టే. గతంలో అలా చేసినందుకు జోర్డానో బ్రూనోకి పట్టిన గతేంటో తనకు బాగా తెలుసు.

ఈ జోర్డానో బ్రూనో పదహారో శతాబ్దపు ఇటలీకి చెందిన ఓ గొప్ప తత్వవేత్త, గణితవేత్త, ఖగోళశాస్త్రవేత్త. ఇతను బోధించిన విశ్వ దర్శనం గతంలో కొపర్నికస్ బోధించిన విశ్వదర్శనంకన్నా మిన్నగా ఉండేది. భూమికి ప్రాముఖ్యత ఇవ్వడానికి బదులు సూర్యుడికి ప్రాముఖ్యత నిస్తుంది కొపర్నికస్ వాదం. కాని సూర్యుడికి కూడా విశ్వంలో ప్రత్యేకమైన స్థానమేమీలేదని బోధించేవాడు బ్రూనో. విశ్వమంతా వ్యాపించిన కోటానుకోట్ల తారల్లో సూర్యుడు కూడా ఒకటని బోధించేవాడు. కొపర్నికస్ మాటలే మింగుడుపడని చర్చికి బ్రూనో మాటలు మరీ విపరీతంగా అనిపించాయి. మత

ధిక్కారం (Heresy) నెపం మీద బ్రూనోకి తీవ్రమైన శిక్ష విధించింది చర్చి. బహిరంగంగా ఓ కట్టెకు (Stake) కట్టి ఆ మహా మేధావిని సజీవ దహనం చేసింది. కనుక చర్చి విషయంలో ఒళ్లు దగ్గర పెట్టుకుని మసలుకోవాలనుకున్నాడు గెలీలియో.

గెలీలియో బోధనలకు అటు అరిస్టాటిల్ వాదుల నుండి, ఇటు చర్చి ప్రతినిధుల నుండి కూడా వ్యతిరేకత ఉంది.

తన బోధనల మీద నమ్మకం కుదరకపోతే వాళ్లనే స్వయంగా వచ్చి తన దూరదర్శినిలో ఓసారి తొంగిచూడమని ఆహ్వానించేవాడు గెలీలియో. కాని అసలు దూరదర్శిని పని తీరుమీదే అవిశ్వాసం వ్యక్తంచేశారు ఎంతోమంది. దూరదర్శినిలో కనిపించే దృశ్యాలన్నీ ఒట్టి భ్రాంతి అని, అదంతా అందులోని కటకాల మహిమ అని వాదించేవారు. వాళ్లను ఒప్పించడానికి దూరదర్శిని ప్రదర్శించే చిత్రాలు వాస్తవ వస్తువులకు సంబంధించినవేనని నిరూపించడానికి ప్రయత్నించాడు గెలీలియో. అంతరిక్ష వస్తువులను కాకుండా భూమి మీదే ఉన్న ఎన్నో సుపరిచిత వస్తువులకేసి ఆ పరికరాన్ని గురిపెట్టి అందులో కనిపించే దృశ్యాలకు, వాస్తవ వస్తువులకు మధ్య సంబంధాన్ని నిరూపించాడు. అయినా కూడా ఒప్పుకోకుండా మొండికేసిన అరిస్టాటిల్ వాదుల మూర్ఖత్వానికి నివ్వెరపోయి నవ్వుకునేవాడు.

అరిస్టాటిల్ వాదుల తీరు ఇలా ఉంటే చర్చి అధికారుల స్పందన ఇంకా విడ్డూరంగా ఉంది. పృథ్వీ కేంద్ర సిద్ధాంతాన్ని సూటిగా ఖండించకుండా కేవలం తన పరిశీలనలను మాత్రమే ప్రచారం చేస్తూ వచ్చాడు గెలీలియో. సమాజం నెమ్మదిగా ఆ ఫలితాలను సమ్మతించిందంటే క్రమంగా వాటి పర్యవసానమైన సూర్య సిద్ధాంతాన్ని కూడా సమ్మతిస్తుందని ఊహించాడు. ప్రజల చింతనలో వచ్చే పరిణామాలు చూసి ఏదో ఒకనాటికి చర్చి కూడా మనస్సు మార్చుకుని సూర్య సిద్ధాంతాన్ని ఒప్పుకుంటుందని ఆశపడ్డాడు.

కాని చర్చి తీరులో మార్పు రాకపోయేసరికి ఒక దశలో మతాధికారులతో ఈ విషయాల గురించి చర్చ ప్రారంభించాలనుకున్నాడు. అలాంటి చర్చ ప్రారంభించడానికి ఓ సదవకాశం మార్చి 1611లో వచ్చింది. **టస్కనీ** రాష్ట్రానికి చెందిన ప్రత్యేక వైజ్ఞానిక ప్రతినిధిగా ఒకసారి రోమ్‌ను సందర్శించే అవకాశం దొరికింది. మార్చిలో మొదలైన ఆ సందర్శనం జూలై వరకూ సాగింది. అసలు అదే చర్చి అధికారుల సుముఖతను తెలిపే ఓ శుభ సూచకం అనుకోవాలి. అప్పటి పోప్ పాల్ V గెలీలియోను స్వయంగా ఆహ్వానించి అతిథి సత్కారం ఇచ్చాడు. సామాన్యులు పోప్‌ను సంబోధించేటప్పుడు

మోకాళ్ల మీద మోకరిల్లి మాట్లాడాలనే ఆనవాయితీ ఉండేది. గెలీలియో విషయంలో ఆ ఆనవాయితీని పక్కనపెడుతూ నిల్చునే మాట్లాడనిచ్చాడు. గతంలో అసలు దూరదర్శినిలో నుంచి చూడడానికి కూడా ఒప్పుకోని చర్చి ఇప్పుడు ఆ ఒట్టు తీసి గట్టు మీద పెట్టింది. కార్డినల్ బెలార్మిన్ తానే స్వయంగా ఓసారి దూరదర్శినిలో నుంచి తొంగిచూశాడు. అక్కడితో ఆగక గెలీలియో ప్రతిపాదనలను పరీక్షించడం కోసం ఒక వైజ్ఞానిక ఉప సదస్సును ఏర్పాటుచేశాడు. ఆ సదస్సుకు చెందిన జెసూట్ అర్చకులు దూరదర్శినితో ఎన్నో పరిశీలనలు చేసి వారి అనుభవాల సారాంశాన్ని ఇలా పేర్కొన్నారు.

1. పాలపుంత అసంఖ్యాకమైన తారల సమూహం.

2. శనిగ్రహం పరిపూర్ణ గోళం కాదు. దాని ఆకారం ఇరుపక్కలా ఉబ్బెత్తుగా పొంగి ఉంటుంది.

3. చందమామ ఉపరితలం కూడా నునుపుగా ఉండక ఎత్తుపల్లాలతో ఉంటుంది

4. వీనస్‌కు దశలు ఉంటాయి.

5. బృహస్పతికి నాలుగు చందమామలు ఉన్నాయి

గెలీలియో కనుక్కున్న పై విషయాలన్నీ జెసూట్ అర్చకులు స్వయంగా నిర్ధారించారు. వాటిని ఒప్పుకుంటూ చర్చి సాధికారికంగా ప్రకటన ఇచ్చింది. కాని చిత్రమేమిటంటే ఇన్ని ఒప్పుకున్నా సూర్య సిద్ధాంతాన్ని మాత్రం చర్చి ఒప్పుకోలేదు. అది అదే, ఇది ఇదే... !

ఆ విధంగా మతాధికారుల స్పందన అంత ప్రోత్సాహకరంగా లేకపోయినా రోమ్ సందర్శనంలో గెలీలియోకు సంతోషాన్ని ఇచ్చిన విషయం మరొకటి ఉంది. రోమ్‌లో **లిన్సియన్ అకాడమీ** అనే ఓ వైజ్ఞానిక సదస్సు ఉంది. ప్రపంచంలో అదే మొట్టమొదటి వైజ్ఞానిక సదస్సు అని అంటారు. ఆ సదస్సులో గెలీలియోకి సభ్యత్వం దొరికింది. సభ్యుడిగా చేర్చుకోవడమే కాకుండా గెలీలియో గౌరవార్థం విందు కూడా ఏర్పాటు చేశారు. ఆ విందులో ఒక దూరదర్శిని సహాయంతో సూర్య బిందువులను (Sunspots) బహిరంగంగా ప్రదర్శించారు. చర్చి స్పందన ఎలా ఉన్నా రోమ్‌కి చెందిన వైజ్ఞానిక సమాజాల ఆదరణకు పొంగిపోయాడు గెలీలియో. సంతోషంగా ఫ్లోరెన్స్‌కి తిరిగి వచ్చాడు.

# చర్చితో తగని తగవు

ఆ విధంగా గెలీలియో తన పరిశీలనలను మాత్రమే ప్రచారం చేస్తూ కొపర్నికస్ ప్రసక్తి లేకుండా ఎంతోకాలం జాగ్రత్తపడుతూ వచ్చాడు. కానీ 1613లో ఒక సందర్భనంలో తన సహనం చచ్చిపోయినట్టుంది. ఆ సంవత్సరం సూర్య బిందువుల (Sunspots) గురించి, తను చేసిన పరిశీలనల గురించి ఓ చిన్న పుస్తకం రాశాడు. లిన్సియన్ సదస్సు ఆ పుస్తకాన్ని ప్రచురించింది. పుస్తకం ముందుమాటలో గెలీలియోను ఆకాశానికెత్తుతూ సూర్య బిందువులను మొట్టమొదట పరిశీలించిన ఘనత గెలీలియోదే అన్నట్టుగా రాశారు లిన్సియన్ సభ్యులు. కాని అది నిజం కాదు. గెలీలియోకన్నా ముందు సూర్య బిందువులను గమనించినవారు మరికొందరు ఉన్నారు. వారిలో ఒకరు ఓ జెసూట్ ఖగోళవేత్త. అతని పేరు **క్రిస్టఫర్ షైనర్**. తనకు రావాల్సిన ఘనత గెలీలియోకు దక్కడం చూసి ఇతనికి ఒళ్లుమండిపోయింది. అయితే ఇతనికి కూడా నిజానికి ఒళ్లు అంతగా మండాల్సిన పనిలేదేమో! ఎందుకంటే ఇతనికంటే ముందు **థామస్ హారియట్** అనే ఇంగ్లండ్‌కు చెందిన వ్యక్తి, **యోహాన్ ఫాబ్రిసియన్** అనే ఓ డచ్ వ్యక్తి సూర్య బిందువులను కనిపెట్టారు. ఘనత ఎవరికి దక్కినా ఈ వివాదం వల్ల గెలీలియో పేరు నలుగురు నోటా నానింది. కాని అసలు సమస్యకు కారణం ఇది కాదు. పుస్తకం చివర్లో గెలీలియో బాహాటంగా కొపర్నికస్ విశ్వ దర్శనాన్ని సమర్థిస్తూ రాశాడు. అందుకు ఉదాహరణగా జూపిటర్ చందమామల వృత్తాంతాన్ని పేర్కొన్నాడు. అసలు గొడవ అక్కడ మొదలైంది.

చర్చితో కలహం తన ఆరోగ్యానికి మంచిదికాదని గెలీలియోకి బాగా తెలుసు. ఎలాగైనా పోప్‌ను స్వయంగా కలుసుకుని తన అభిమతాన్ని స్పష్టంగా వివరించాలని అనుకున్నాడు.

రోమ్‌ని మరోసారి సందర్శించడానికి తగ్గ అవకాశం కోసం ఎదురుచూడసాగాడు. పరిస్థితులు అనుకూలంగా లేవు. ఇప్పుడు వద్దని హితులు వారించారు. ఎందుకంటే ఈ మధ్యకాలంలో కొన్ని మార్పులు వచ్చాయి. అప్పటి పోప్ పాల్ V కొపర్నికస్ బోధనలు మత బోధనలకు అనుకూలంగా ఉన్నాయో లేక మత ధిక్కారాన్ని (Heretic) సూచిస్తాయో తీర్పు చెప్పమని ఓ సదస్సును నియమించాడు. ఆ సదస్సు సమావేశమై విషయాన్ని పరిశీలించి సూర్యుడు విశ్వానికి కేంద్రం అని చెప్పే బోధన 'అవివేకం, అసంగతం, పూర్తిగా మత విరుద్ధం' అని తేల్చి చెప్పింది. ఆ కారణం

చేత రోమ్‌లో గెలీలియోకు వ్యతిరేకమైన వాతావరణం నెలకొంది. ఆ నేపథ్యంలో గెలీలియో 1615 డిసెంబర్‌లో రోమ్‌ను సందర్శించినప్పుడు వెంటనే పోప్‌ను కలుసుకోలేకపోయాడు కానీ అక్కడ టస్కనీ దూత ఇంటికి విందుకు మాత్రం వెళ్లగలిగాడు. పోప్‌పాల్ V మాత్రం చర్చికి ప్రతినిధిగా, కార్డినల్ బెలార్మిన్ ద్వారా గెలీలియోకు ఈ ఘాటైన సందేశం పంపించాడు. ఆ సందేశంలోని ముఖ్యాంశాలు ఇవి:

1. సూర్యుడు స్థిరంగా ఉన్నాడన్న భావననుగానీ, భూమి కదులుతోందన్న భావనను కానీ గెలీలియో ఎక్కడా సమర్థించకూడదు, బోధించకూడదు.

2. ఆ భావనలను గెలీలియో స్వయంగా నమ్మకూడదు

3. ఊరికే వాదన కోసం కూడా వాటి తరఫున వాదించకూడదు.

కాని తదనంతరం మార్చి 1616 లో గెలీలియో పోప్‌ను స్వయంగా కలుసుకుని తన పరిస్థితిని పూర్తిగా వివరించాడు. తనకు చర్చితో ఎలాంటి విరోధంలేదని, తనకు దైవం పట్ల భక్తి, పోప్ పట్ల గౌరవం మెండుగా ఉన్నాయని విన్నవించుకున్నాడు. పోప్ అంతా విన్నాడు. గెలీలియో పాండిత్యం పట్ల, ప్రతిభ పట్ల ఎంతో గౌరవం ఉన్నవాడు ఈ పోప్. తన వల్ల చర్చి యొక్క అధికారానికి ప్రమాదం లేదనుకున్నాడు. తన కంఠంలో ప్రాణం ఉండగా గెలీలియోకు ఏ ప్రమాదమూ లేదని, చర్చి వల్ల ఏ సమస్యా రాదని హామీ ఇచ్చి పంపాడు. తేలికపడ్డ మనస్సుతో గెలీలియో టస్కనీకి తిరిగి వెళ్లాడు.

ఆ తర్వాత కూడా గెలీలియోకు, చర్చికి మధ్య అడపాదడపా భావ సంఘర్షణ జరుగుతూనే ఉంది. 1618లో మూడు తోకచుక్కలు కనిపించాయి. వాటిని చూసిన కొందరు జెసూట్ ఖగోళవేత్తలు (వాళ్లల్లో షైనర్ కూడా ఉన్నాడు) వాటి శకునం గురించి నానా వ్యాఖ్యానాలు చేశారు. అది చదివిన గెలీలియో వాటిని హేళన చేస్తూ ఇలా రాశాడు. 'హోమర్‌లాంటి కవులు ఇలియడ్‌లాంటి కమ్మని కవితలు అల్లినట్టు ఖగోళశాస్త్రం అంటే ఎవరికి తోచినట్టు వారు అందమైన కల్పనలు అల్లడం సరికాదన్నాడు. విశ్వ గ్రంథాన్ని చదవాలంటే ముందు ఆ పుస్తకంలో రాయబడ్డ భాష అర్థంకావాలి. ఆ భాషలోని అక్షరాలు చదవడం రావాలి. ఆ భాష గణిత భాష. అందులోని అక్షరాలు త్రిభుజాలు, వృత్తాలు మొదలైన జ్యామితీయ ఆకారాలు. ఆ ఆకృతుల రహస్యాలు తెలియకపోతే ఆ పుస్తకంలో ఒక్క పదం కూడా అర్థంకాదు'

ఆ విధంగా జెసూట్‌ల వ్యాఖ్యానాలు ఒట్టి కాకమ్మ కథలని దుమ్మెత్తిపోసి తనలో

తనే సంతోషించి ఉంటాడు గెలీలియో. కాని ఈ 'ఎత్తిపోతల'తో తన గొయ్యి తాను తవ్వుకుంటున్నాడని గ్రహించలేకపోయాడు.

## రెండు ముఖ్యమైన విశ్వ దర్శనాల మధ్య సంవాదం

గెలీలియోకు, చర్చికి మధ్య భావ సంఘర్షణ కొనసాగుతూనే ఉంది. చర్చి అధికారులు వాళ్లు చెప్పేది చిలకల్లా వల్లెవేస్తూనే ఉంటారుకానీ గెలీలియో సేకరించిన పరిశీలనల మీద వ్యాఖ్యానించరు. ఆ సమాచారానికి స్పందించరు. గెలీలియో కూడా పట్టువదల కుండా ఓ కొత్త విశ్వ దర్శన స్థాపన కోసం శ్రమిస్తూనే ఉన్నాడు. ఇలా ఉండగా 1623లో చర్చిలో పరిస్థితులు గెలీలియోకు అనుకూలంగా మారాయి. తన చిరకాల స్నేహితుడైన కార్డినల్ **మాఫియో బర్బెరీనీ** ఇప్పుడు కొత్త పోప్ అయ్యాడు. ఈ కొత్త పోప్ పేరు అర్బన్ VIII. గెలీలియో, ఈ బర్బెరీని చిన్నప్పుడు పీసా విశ్వవిద్యాలయంలో కలసి చదువుకున్నారు. చిన్ననాటి స్నేహితుడు కనుక గెలీలియోకు పోప్‌ను స్వయంగా కలుసుకునే అవకాశం సులభంగా దొరికింది. ఆరుసార్లు పోప్‌ను కలుసుకుని తన భావాలను వ్యక్తంచేసుకున్నాడు. ఎంతోకాలంగా తన మనస్సులో ఉన్న మాటను ఆ సందర్భంలో గెలీలియో పోప్‌కు విన్నవించుకున్నాడు.

విశ్వం యొక్క తత్వం గురించి ప్రస్తుతం సమాజంలో రెండు విభిన్న భావజాలాలు చెలామణిలో ఉన్నాయి. ఒకటి బైబిల్ చెప్పేది, దానికి ప్రతినిధులైన మతాధికారులు చెప్పేది. రెండోది ఇటీవలికాలంలో దూరదర్శిని మొదలైన పరికరాల సహాయంతో చేసిన పరిశీలనల ఆధారంగా రూపుదిద్దుకుంటున్నది. ఈ రెండు భావజాలాలలో ఏది నిజమన్నది తెగని సమస్యగా ఉంది. ఆ భావజాలాల మధ్య సంఘర్షణను, సంవాదాన్ని ఒక పుస్తక రూపంలో రాయాలని గెలీలియో ఎంతోకాలంగా అనుకుంటూ ఉన్నాడు. ఆ విషయమే పోప్‌తో అన్నాడు. పుస్తక రచనకు పోప్ పూర్తిగా ఒప్పుకున్నాడు. పోప్ వద్ద సెలవు తీసుకున్న గెలీలియో ఇంటికి తిరిగి వెళ్లగానే పుస్తక రచన ప్రారంభించాడు.

తొలి దశల్లో ఈ పుస్తకాన్ని 'తరంగాల మీద సంవాదం' అని పిలుచుకునేవాడు గెలీలియో. రాతప్రతి మతాధికారుల చేతికి చిక్కింది. వాళ్లకు పుస్తకం పేరు ససేమిరా నచ్చలేదు. ఎందుకంటే తరంగాల పేరు చెప్పి సూర్యకేంద్ర సిద్ధాంతాన్ని గుంభనంగా గెలీలియో సమర్థిస్తున్నాడని వాళ్లు పసిగట్టారు. తరంగాలు చందమామ యొక్క గురుత్వాకర్షణ మీద ఆధారపడతాయి. భూమి యొక్క ఆత్మభ్రమణం మీద

ఆధారపడతాయి. అంటే తరంగాల గురించి గెలీలియో చెప్పింది ఒప్పుకుంటే భూమి కదులుతోందని ఒప్పుకున్నట్టే. కనుక మతాధికారులు పుస్తకంలో తరంగాలకు సంబంధించిన విషయాలన్నీ తీసేయించారు. చివరికి ఒట్టి 'సంవాదం' (Dialogue) అన్న పేరు మాత్రం మిగిలింది.

అయితే ఆధునిక రూపంలో ఈ పుస్తకాన్ని (Dialogue Concerning the Two Chief World Systems (Dialogo Sopra i Due Massimi Sistemi Del Mondo) (రెండు ముఖ్యమైన విశ్వ విజ్ఞాన సాంప్రదాయాల మధ్య సంవాదం) అన్న పేరుతో వ్యవహరిస్తుంటారు. ఈ పుస్తకం అంతా సంవాదాల రూపంలో ఉంటుంది. నాలుగు రోజులపాటు ముగ్గురు వ్యక్తుల మధ్య జరిగిన సంవాదాలవి. వారిలో ఒకతని పేరు సింప్లిసియో (Simplicio). ఇతను ఒట్టి అమాయకుడు. ఆ రోజుల్లో చెలామణిలో ఉన్న అవైజ్ఞానిక భావాలకు, నమ్మకాలకు ఇతను ప్రతిరూపం. రెండో వ్యక్తి పేరు సాగ్రెడో (Sagredo). ఇతను పామరుడేకానీ తెలివైనవాడు. మొదట్లో తటస్థంగా ఉన్నా సంవాదాల్లో చివరి దశలో గెలీలియో భావాలను స్వీకరిస్తాడు. ఇక మూడో వ్యక్తి పేరు సాల్వియాటీ (Salviati). పండితుడైన సాల్వియాటీ కొపర్నికస్, గెలీలియో మొదలైన ఆధునికుల భావాలకు మూర్తిరూపం. ఒకపక్క నిష్పక్షపాతంగా రెండు సిద్ధాంతాలను వర్ణిస్తున్నట్టు, వాటి మధ్య భేటీని



DIALOGO
DI
GALILEO GALILEI LINCEO
MATEMATICO SOPRAORDINARIO
DELLO STVDIO DI PISA.
*E Filosofo, e Matematico primario del*
SERENISSIMO
GR.DVCA DI TOSCANA.
Doue ne i congressi di quattro giornate si discorre sopra i due
MASSIMI SISTEMI DEL MONDO
TOLEMAICO, E COPERNICANO;
*Proponendo indeterminatamente le ragioni Filosofiche, e Naturali tanto per l'una, quanto per l'altra parte.*

CON PRI VILEGI.

IN FIORENZA, Per Gio:Batista Landini MDCXXXII.
*CON LICENZA DE' SVPERIORI.*



విపులీకరిస్తున్నట్టు కనిపిస్తున్నా ప్రచ్ఛన్నంగా సూర్య సిద్ధాంతానిదే పైచేయి అయినట్టుగా ఇందులో వివరిస్తాడు గెలీలియో. అయితే తలదిమ్మెక్కించే తాత్విక వివరణల రూపంలో కాకుండా అంతా సంభాషణల రూపంలో ఉంటుంది కనుక సామాన్యులకు కూడా అర్థమయ్యేలా ఉంటుంది. పైగా అప్పటికి అధికార భాష అయిన లాటిన్‌లోకాక జనరంజకంగా ఉండాలని కావాలని ఈ పుస్తకాన్ని పామర భాష అయిన ఇటాలియన్‌లో రాశాడు గెలీలియో.

చివరికి పుస్తకం 1632లో ప్రచురితమైంది. అంటే పోప్ ఆమోదం ఇచ్చాక ఇంచుమించు దశాబ్దం తర్వాత అన్నమాట. కాని దురదృష్టవశాత్తు ఈ పదేళ్లలో రాజకీయ పరిస్థితులు బాగా మారిపోయాయి. పుస్తక రచన మొదలైనప్పుడు ఉన్న రాజకీయ వాతావరణం ఇప్పుడు లేదు. ఒకప్పుడు మనసారా దీవించిన పోప్ ఇప్పుడు ఈ పుస్తకాన్ని ఎలా తగలబెట్టించాలా అన్న ఆలోచనలో ఉన్నాడు.

## 'సంవాదాలు' తెచ్చిన సంకటాలు

గెలీలియో పుస్తకం ప్రచురితమైననాటికి యూరప్‌లో **'ముప్పయేళ్ల యుద్ధం'** కొనసాగుతోంది. 1618లో మొదలైన యుద్ధం మూడు దశాబ్దాలపాటు అంటే 1638 వరకూ సాగింది. ఈ యుద్ధానికి కారణమంటూ ఏమీలేదు. అయితే క్యాథలిక్కులకు, ప్రొటెస్టంట్‌లకు మధ్య మత కలహం ఈ యుద్ధానికి ప్రధాన కారణాల్లో ఒకటిగా చెప్పుకుంటారు. 1618లో ఓ దారుణమైన సంఘటన జరిగింది. ప్రాగ్ నగరంలో కొంతమంది ప్రొటెస్టంట్‌లు రాజగృహంలోకి జొరబడి ఇద్దరు అధికారులను పై అంతస్థు కిటికీలో నుంచి బయటకు విసిరేశారు. దీన్నే ప్రాగ్ నగరపు నిర్గవాక్షీకరణ (Defenestration of Prague, Fenestra అంటే కిటికీ ) అంటారు. ప్రొటెస్టంట్ల మీద పదే పదే జరుగుతున్న అత్యాచారాలకు నిరసనగా వాళ్లు ఇలాంటి ఘాతుకానికి ఒడిగట్టారు. దాంతో రెండు మత వర్గాల మధ్య యుద్ధం భగ్గుమంది. ఈ యుద్ధంలో యూరప్‌లో అపారమైన జన నష్టం, ధన నష్టం జరిగింది. కరవు విలయతాండవం చేసింది. గెలీలియో పుస్తకం ప్రచురితమయిననాటికే యుద్ధం పధ్నాలుగేళ్లుగా నడుస్తోంది. అలాంటి నేపథ్యంలో క్యాథలిక్ వర్గం యొక్క ఆధిపత్యాన్ని నిరూపించాల్సిన బాధ్యత పోప్ అర్బన్ VIII మీద పడింది. క్యాథలిక్కుల ప్రతినిధిగా తన పెత్తనం కొనసాగాలంటే ప్రొటెస్టంట్ల విప్లవాన్ని ఎలాగైనా అణచాలి. ముందుగా క్యాథలిక్కు మతానికి విరుద్ధంగా మాట్లాడే గొంతుకలను మూయించాలి. కనుక

కాథలిక్ మతానికి  విరుద్ధమైన ప్రచారాన్ని బహిష్కరిస్తూ అలాంటి ప్రచారానికి తీవ్ర దండన ప్రకటించాడు.  మతం సమర్థించే పృథ్వీ కేంద్ర సిద్ధాంతానికి వ్యతిరేక ప్రచారం మీద వేటు వేయాల్సిన అవసరం కనిపించింది.

అయితే పోప్ అలాంటి తీవ్రమైన నిర్ణయం తీసుకోవడానికి కొన్ని వ్యక్తిగతమైన కారణాలు కూడా ఉన్నాయని చెబుతారు. పెరుగుతున్న గెలీలియో పరపతికి ఓర్వలేని కొందరు ఆస్థాన ఖగోళశాస్త్రవేత్తలు గెలీలియో మీద లేనిపోని చాడీలు చెప్పసాగారు. పోప్ తెలివితేటలను కించపరుస్తూ గెలీలియో తన పుస్తకంలో ఎన్నో విసుర్లు విసిరాడని చెప్పారు. అందులో కొంత నిజం కూడా లేకపోలేదు. సర్వ శక్తివంతుడైన దేవుడు భౌతిక ధర్మాలకు అతీతంగా విశ్వాన్ని సృష్టించాడని పోప్ ఎన్నోచోట్ల చాటుతూ వచ్చాడు. ఈ విషయం గురించే గెలీలియో 'సంవాదాలు'లో ఒకచోట పండితుడైన సాల్వియాటీ, మూఢుడైన సింప్లిసియోతో హేళనగా ఇలా అంటాడు. 'అవున్లే, దేవుడు తలచుకుంటే పక్షుల అస్తిపంజరాల్లో ఎముకకు బదులు బంగారం ఉండేదేమో, వాటి రక్తనాళాల్లో పాదరసం ప్రవహించేదేమో, వాటి మాంసం సీసంకన్నా బరువుగా ఉండేదేమో, చిట్టి చిట్టి రెక్కలతో ఆకాశంలో అంతెత్తున సునాయాసంగా ఎగిరేవేమో! కాని దేవుడు అలా చెయ్యలేదు. దీన్నిబట్టి నీకో విషయం అర్థంకావాలి. అది తెలుసుకోవడానికి ప్రయత్నించకుండా నీ అజ్ఞానాన్ని కప్పిపుచ్చుకుంటూ అడుగడుగునా దేవుడి పేరు ఎందుకెత్తుతావు?' ఇవన్నీ చదివిన పోప్‌కు నిజంగానే చిర్రెత్తి ఉంటుంది.

'సంవాదాలు' ప్రచురితమైన కొంతకాలం తర్వాత మత ధర్మకర్తల దర్యాప్తు సదస్సు (Inquisition) గెలీలియోను న్యాయ విచారణ కోసం పిలిపించింది. మత వ్యతిరేక ప్రచారం చేస్తున్నాడన్న నిందమోపి రోమ్‌కు రమ్మని సందేశం పంపింది. అలాంటి పరిస్థితుల్లో రోమ్‌కు వెళితే ఏం జరుగుతుందో గెలీలియోకు బాగా తెలుసు. పైగా ఆ సమయంలో తన ఆరోగ్యం అంతంతమాత్రంగా ఉంది. రోమ్‌కు ప్రయాణం ఆ పరిస్థితుల్లో తన వల్ల కాదని కబురుపెట్టాడు గెలీలియో. రానని మొండికేస్తే రెక్కలు కట్టి తీసుకురావాల్సి ఉంటుందని తీవ్రంగా వచ్చింది సమాధానం. ఇక గతిలేక ప్రయాణానికి సిద్ధమయ్యాడు గెలీలియో.

## గెలీలియో ఆఖరి రోజులు

ఏం జరుగుతుందో తెలియని అనిశ్చిత వాతావరణంలో ఫిబ్రవరి 1633లో గెలీలియో రోమ్‌లోకి ప్రవేశించాడు. నగరంలోకి అడుగుపెట్టగానే రాజభటులు తనకు

బేడీలు వేసి బరబరా లాక్కెళతారని ఊహించాడు. కాని అలాంటిదేమీ జరగలేదు. టస్కనీ ప్రాంతానికి చెందినవాడు కనుక మొదట్లో రోమ్‌లోని టస్కనీ దౌత్యాలయంలో కొంతకాలం అతిథిగా ఉన్నాడు. ఇతర అతిథులతో సమానంగానే తనకు మర్యాదలు జరిగాయి. అయితే ఇతర వ్యక్తిగత కారణాల వల్ల ఆ రోజుల్లో చాలా బాధపడేవాడు. ఆర్థ్రయిటిస్ వల్ల కీళ్లు బాగా నొప్పి పుట్టేవి. ఆ బాధకు రాత్రిళ్లు నిద్రపట్టేదికాదు. బాధ భరించలేక గట్టిగా రోదించేవాడు. ఇలా కొన్ని రోజులు గడిచాయి.

ఏప్రిల్ నెలలో న్యాయ విచారణ మొదలైంది. ఇంతకీ చేసిన నేరం ఏమిటని చూస్తే న్యాయమూర్తులకు పెద్దగా ఏమీ దొరకలేదు. మొదటి తప్పు – తన భావాలు నలుగురికీ అర్థంకావాలని లాటిన్‌కు బదులుగా ఇటాలియన్‌లో పుస్తకాలు రాయడం. మత విరోధి, పచ్చి తగవుల కోరు కొపర్నికస్ సిద్ధాంతాన్ని సమర్థించేవాడైన విలియం గిల్బర్ట్‌ని పొగుడుతూ గెలీలియో ఒకచోట రాశాడు. ఇది రెండో తప్పు. అయితే ఇవి రెండూ కాస్త చిన్న విషయాలేనని కొట్టిపారేయవచ్చు. కాని కాస్త కీలకమైన సమస్య మరొకటి ఉంది. కొపర్నికస్ భావాలను బోధించకూడదు అనే మతపరమైన నిషేధాన్ని ఉల్లంఘించడం. ఇది అసలు తప్పు. ఒకసారి న్యాయ విచారణ మొదలయ్యాక ఏదో ఒక నేరం కింద గెలీలియోను ఇరికించి భవిష్యత్తులో ఆ తప్పు మరొకరు చెయ్యడానికి భయపడేలా శిక్షించాల్సిందే. ఎందుకంటే న్యాయ విచారణలో గెలీలియో నిరపరాధి అని తేలితే న్యాయమూర్తులకే ముప్పు. అన్యాయంగా నేరం ఆరోపించినందుకు శిక్ష వాళ్లకు పడుతుంది. కనుక ఎలాగైనా గెలీలియోకి శిక్షపడేలా చెయ్యాలని కాథలిక్కు చర్చి అధికారులు చాలా పట్టుదలగా ఉన్నారు.

ఆ సమయంలో గెలీలియో స్నేహితుడైన కార్డినల్ బర్బెరీని ఎంతో సహాయం చేశాడు. గెలీలియో శిక్ష తగ్గడానికి శతవిధాలా ప్రయత్నించాడు. తప్పు చెయ్యకపోయినా తప్పు ఒప్పుకోమని గెలీలియోను ప్రాధేయపడ్డాడు. లేకపోతే గెలీలియోకు చిత్రహింస తప్పదన్న వాస్తవాన్ని వివరించాడు. గెలీలియోకు తన దయనీయమైన పరిస్థితి స్పష్టంగా అర్థమైంది. ఇక విధిలేక రాజీకి ఒప్పుకున్నాడు. కొపర్నికస్ బోధనలను తన పుస్తకంలో వివరంగా వర్ణించడం తను చేసిన పెద్ద పొరపాటని ఒప్పుకున్నాడు. వైజ్ఞానిక భావాలను అందంగా, విపులంగా వ్యక్తంచెయ్యడంలో తన నైపుణ్యాన్ని ప్రదర్శించుకోవాలన్న మితిమీరిన అహంకారంతోనే అలా రాశానన్నాడు. అందుకు మనస్ఫూర్తిగా పశ్చాత్తాప పడుతున్నానన్నాడు. 'నా తప్పిదాలను నేనే ఖండిస్తున్నాను, శపిస్తున్నాను, గర్హిస్తున్నాను'

అంటూ ప్రాణాలు కాపాడుకోవడం కోసం చేయని తప్పును పూర్తిగా ఒప్పుకున్నాడు. ఆధునిక భౌతిక శాస్త్రానికి ఓనమాలు దిద్దిన ఆ మొదటి గురువు తను చేసిన 'తప్పు'కి అపరాధిలా తలవంచుకుని నిలబడ్డాడు.

ఈ వృత్తాంతానికి చిన్న కొస మెరుపు ఒకటుంది. మహాభారత యుద్ధంలో ధర్మరాజు 'అశ్వత్థామ హత:' అని బిగ్గరగా అని 'కుంజర:' అని నెమ్మదిగా అన్నట్టు ఈ సందర్భంలో గెలీలియో తన అపరాధాలను ఒప్పుకుంటూ బిగ్గరగా ఆ సుదీర్ఘమైన ప్రకటన చదివి చివర్లో "Eppur, Si Muove" (కాని అది కదులుతోందిగా) అని మెల్లగా, బయటకు వినిపించకుండా అన్నట్టు చెప్పుకుంటారు. అదికాని బయటకు వినిపించి ఉంటే శిరచ్ఛేదం ఖాయం. అదీకాకపోతే కట్టెకు కట్టి బహిరంగ దహనం చేసి ఉండేవారేమో. కాని గెలీలియో నిజంగా అలా అన్నాడా, లేదా అన్న విషయం మీద కొంత వివాదం ఉంది.

గెలీలియో మీద విజయం సాధించినందుకు జెసూట్‌లు సంబరపడిపోయారు. ఇక శిక్ష ప్రకటించడమే తరువాయి. గెలీలియోకు యావజ్జీవ కారాగార శిక్ష తప్పేలా లేదు. న్యాయ విచారణ జరిపిన పదిమంది న్యాయమూర్తుల్లో ఏడుగురే శిక్షను ఆమోదించారు. మిగతా ముగ్గురు ఆ పత్రం మీద సంతకం చెయ్యలేదు. ఆ ముగ్గురిలో చిరకాల స్నేహితుడైన బర్బెరీని కూడా ఉన్నాడు. బర్బెరీని ప్రమేయం వల్లనే మొదట్లో శిక్ష జారీ అయినా అమలు చెయ్యడంలో దాన్ని బాగా బలహీనపర్చారు. మొదట్లో రోమ్‌లోని టస్కనీ దౌత్యాలయంలోనే కొంతకాలం నిర్బంధించారు. 1634 నుండి ఆర్సెట్రీ నగరంలో ఉన్న గెలీలియోను సొంత ఇంట్లోనే నిర్బంధిస్తూ శిక్ష విధించారు. ఇక జీవితాంతం ఆ ఇల్లు, పరిసర ప్రాంతాలు విడిచి ఎక్కడికీ వెళ్లకూడదని ఆదేశాలు జారీ చేశారు. చివరికి వైద్య చికిత్స కోసం ఫ్లోరెన్స్ నగరానికి వెళ్లడానికి కూడా అనుమతి దొరకలేదు. అలాంటి దారుణమైన పరిస్థితుల్లో కూడా గెలీలియో తన పరిశోధనలు కొనసాగిస్తూనే ఉన్నాడు.

దూరదర్శిని వినియోగం మరీ ఎక్కువ కావడం వల్లనేమో చివరి రోజుల్లో 1637 కల్లా పూర్తిగా గుడ్డివాడు అయిపోయాడు. అలా కొన్నాళ్లపాటు నరకయాతన అనుభవిస్తూ ఆ మహా మేధావి **జనవరి 8, 1642**లో కన్నుమూశాడు.

ఆధునిక భౌతిక శాస్త్ర పితామహుడు అని చెప్పుకునే గెలీలియో భౌతిక శాస్త్ర విధానాల్లో ప్రయోగం ప్రాముఖ్యత ఎంత గొప్పదో ప్రదర్శించాడు. జగతికి చెందిన సత్యాలు కేవలం తర్కంతో తేలేవి కాదని, ప్రయోగమే ఆ సత్యాన్ని తేల్చే గీటురాయి

అని చూపించాడు. కొపర్నికస్, కెప్లర్ తదితరులు ఖగోళ శాస్త్రంలో సూర్య కేంద్ర సిద్ధాంతాన్నే సమర్థిస్తూ ఆ సిద్ధాంతాన్ని నిగ్గుదేలుస్తూ వచ్చారు. అయితే వాళ్లు ఖగోళ వస్తువుల చలనాన్ని వర్ణించాలని, ఆ చలనాన్ని వీలైనంత సరళంగా వ్యక్తంచెయ్యాలని చూశారు. కాని ఆ చలనానికి కారణమైన బలాల గురించి వాళ్లు పెద్దగా ఆలోచించలేదు. బలాల ప్రభావం వల్ల చలనం ఎలా కలుగుతుందన్న విషయం మీద అరిస్టాటిల్ కాలం నుండి వస్తున్న కొన్ని తప్పుడు భావాలను గెలీలియో చక్కని ప్రయోగం చేసి తప్పని నిరూపించాడు. అయితే గెలీలియోకి తాను కనుక్కున్న సత్యాలకు ఒక తీరైన గణిత రూపాన్నిచ్చి ఓ విస్తారమైన సైద్ధాంతిక పంజరంలో ప్రయోగ ఫలితాలను ఎలా ఇమడ్చాలో తెలియలేదు. అలాంటి కృషి చెయ్యడానికి అటు ప్రకృతి గతుల పట్ల లోతైన దృష్టి కలిగి ఇటు గణితంలో అసమాన ప్రతిభ గలవాడు కావాలి. ఐసాక్ న్యూటన్‌లో ఈ రెండు శక్తులూ అద్భుతంగా కలిశాయి.

# 10. ఐసాక్ న్యూటన్

ఐసాక్ న్యూటన్ 1642 డిసెంబర్ 25న అంటే సరిగ్గా క్రిస్మస్‌నాడు ఇంగ్లండ్‌లో లింకన్ షైర్ జిల్లాలోని వూల్స్‌థార్ప్ అనే చిన్న గ్రామంలో జన్మించాడు. న్యూటన్ పుట్టడానికి మూడు నెలలముందే అతని తండ్రి మరణించాడు. ఆస్తిపరుడు, భూస్వామి అయిన ఆ తండ్రి పేరు కూడా ఐసాక్ న్యూటనే.

ఐసాక్‌కు మూడేళ్ల వయస్సులో అతని తల్లి హన్నా మళ్లీ పెళ్లి చేసుకుంది. ఆమె రెండో భర్త పేరు బార్నబాస్ స్మిత్. అతనో డబ్బున్న మతాధికారి. సవతి కొడుకు తనతోపాటు జీవించడం బార్నబాస్‌కి ఇష్టంలేకపోయింది. కనుక హన్నా కొడుకును కాస్త దూరంలో మరో పల్లెలో జీవించే తన తల్లిదండ్రుల వద్ద దిగబెట్టి వచ్చింది. ఆమె తీసుకున్న ఆ నిర్ణయం యొక్క ప్రభావం ఐసాక్ మీద చిరకాలం ఉండిపోయింది.

1655లో పన్నెండేళ్ల వయస్సులో పది కిలోమీటర్ల దూరంలో ఉన్న గ్రంథామ్ అనే ఊళ్లో ఉన్న కింగ్స్ స్కూల్‌లో చేరాడు. వూల్స్‌థార్ప్ నుండి అక్కడిదాకా రోజూ నడవడం కష్టంకనుక ఆ ఊళ్లోనే ఒక ఇంట్లో ఉంటూ చదువుకునేవాడు. ఆ ఉన్న ఇంటి యజమాని పేరు విలియం క్లార్క్. అతనో **రసాయనికుడు** (Apothecary). ఇంట్లో మందులు కలిపి రోగులకు ఇస్తుండేవాడు. అతని ఇంట్లో బోలెడు పుస్తకాలుండేవి. అవకాశం దొరికినప్పుడు ఐసాక్ అక్కడి పుస్తకాలు చదువుకునేవాడు. అంతేకాక అప్పుడప్పుడూ రసాయనాలు కలిపే పనిలో అతనికి సహాయం చేసేవాడు. ఆ విధంగా రసాయన శాస్త్రంతో

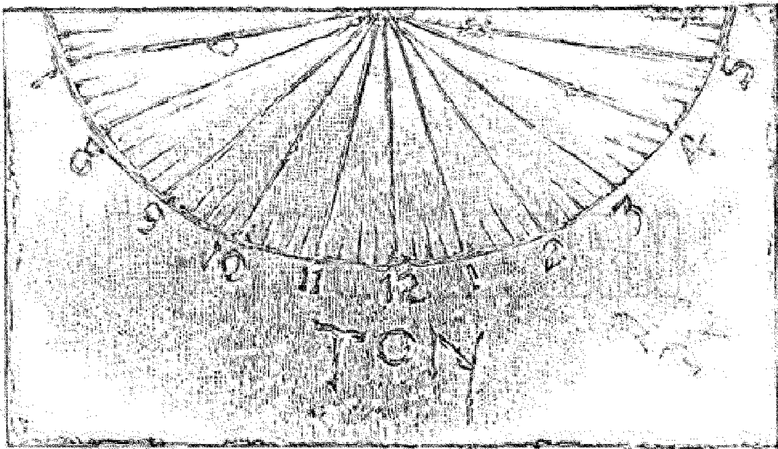


ఐసాక్‌కి మొదటి పరిచయం ఏర్పడింది.

ఈ కాలంలో The Mysteries of Nature and Art (ప్రకృతికి, కళకు చెందిన అద్భుత రహస్యాలు) అనే ఓ చక్కని పుస్తకం ఐసాక్ చేతిలో పడింది. బహుశా ఆ పుస్తకం గ్రంథామ్‌లో తన ఇంటి ఓనర్ ఇంట్లోని పుస్తకాల్లో ఒకటి అయ్యుండొచ్చు. కప్పీలు, గేర్లు, సరళ యంత్రాలు మొదలైన చిన్న చిన్న యాంత్రిక పరికరాలు ఎలా పనిచేస్తాయో, వాటిని ఎలా తయారుచేస్తారో ఈ పుస్తకంలో వివరించబడింది. పుస్తకంలో వర్ణించబడ్డ నమూనాల్లో ఎన్నో ఐసాక్ స్వయంగా నిర్మించి చూసుకున్నాడు. గాలిపటాలు చేసి వాటి తోకలకు బాణాసంచా అంటించి వాటికి నిప్పంటించి గాల్లోకి వదలి ఆ దృశ్యాన్ని చూసి ఆనందించేవాడు. కాని రాత్రిపూట చీకట్లో మెరిసే ఆ నిప్పులు చూసి అవి తోకచుక్కలనుకుని అదేదో దుశ్శకునాన్ని సూచిస్తున్నాయనుకుని ఊళ్లోవాళ్లు భయపడేవారు.

ఓసారి ఐసాక్ ఓ **గాలిమర** (Windmill) ను నిర్మిస్తున్న స్థలానికి వెళ్లి దాన్ని ఎలా నిర్మిస్తున్నారో చూసి వచ్చాడు. తనకు కూడా అలాంటిదే ఓ చిన్న నమూనా గాలిమరను నిర్మించాలని అనిపించింది. అలాగే తన వద్ద ఉన్న పనిముట్లతో ఓ చిన్న గాలిమర నిర్మించాడు. మర నిర్మాణం పూర్తయ్యాక అందులో ఓ ఎలుకను ప్రవేశపెట్టాడు. ఎలుకకు అందేలా ఒకచోట కొన్ని జొన్న గింజలు పోశాడు. ఆ గింజలు కావాలంటే ఆ ఎలుక ఓ చక్రం మీదకు ఎక్కి తొక్కాలి. ఎలుక కాళ్ల కదలికల వల్ల ఆ చక్రం కదులుతుంది. ఆ విధంగా ఎలుక శక్తి మీద ఆ మర పనిచేస్తుంది.

సూర్యుడు తన దినసరి యాత్రలో ఆకాశంలో ఒక కొస నుండి మరో కొసకు ప్రయాణిస్తున్నప్పుడు అందుకు అనుగుణంగా స్థిరమైన వస్తువుల నీడలు ఓ ప్రత్యేక రేఖలో కదులుతాయని మనకు తెలుసు. అదే సూత్రంగా సౌర గడియారాలు లేదా నీడ గడియారాలు పనిచేస్తాయి. వూల్స్‌థార్ప్‌లో ఐసాక్ వాళ్లుండే ఇంటి పైకప్పు కొస యొక్క నీడ నేల మీద పగలంతా ఎలా కదులుతుందో జాగ్రత్తగా పరిశీలించే వాడు. ఓ వాడి పరికరంతో ఆ నీడ కదలిన బాటలోనే గీత గీసి ఓ సౌర గడియారాన్ని ఏర్పాటుచేశాడు. తర్వాత **గ్రంథామ్**లో ఉండే రోజుల్లో కూడా తను ఉంటున్న విలియం క్లార్క్ ఇంటి గోడ మీద గీతలు గీసి ఓ సౌర గడియారం ఏర్పాటుచేశాడు. దాని మీద నీడ స్థానాన్నిబట్టి రోజులో ఏ వేళ అయ్యిందో తెలుసుకోవచ్చు. అది చూసిన ఇరుగు పొరుగువాళ్లు దానికి **'ఐసాక్ గడియారం'** అని పేరుపెట్టారు.




**'ఐసాక్ గడియారం'**

పద్దెనిమిదేళ్లకు ఐసాక్‌కు స్కూలు చదువు పూర్తయ్యింది. చదువును అక్కడితో ఆపకుండా పై చదువులకు విశ్వవిద్యాలయానికి వెళితే బావుంటుందని తన స్కూల్ హెడ్‌మాస్టార్ సూచించాడు. కాని చదువు విలువ తెలియని ఐసాక్ తల్లి మొదట్లో ఒప్పుకోలేదు. కాని హెడ్‌మాస్టార్ జోక్యం వల్ల తర్వాత ఒప్పుకుంది.

ఆ విధంగా జూన్ 1661లో ఐసాక్ కేంబ్రిడ్జిలోని ప్రఖ్యాత విశ్వవిద్యాలయంలోకి అడుగుపెట్టాడు. చిన్నప్పటి నుండి స్వాధ్యాయం బాగా అలవాటైన ఐసాక్ మొదట కొన్నేళ్లు ప్రాచీన గ్రీకు తాత్వికుల రచనలు బాగా ఔపోసనపట్టాడు. ప్లేటో, అరిస్టాటిల్ మొదలైనవారి రచనలు ఆ అధ్యయనాల్లో చోటుచేసుకున్నాయి. అయితే ఎవరో మహానుభావులు చెప్పారు కదా అని పూర్వీకులు చెప్పినదాన్ని గుడ్డిగా స్వీకరించే తత్వం కాదు ఐసాక్‌ది. ఎవరు ఎన్ని చెప్పినా అది సత్యమో కాదో తాను సొంతంగా పరీక్షించి రూఢి చేసుకోవాల్సిందే. ఆ విషయం గురించే ఆ రోజుల్లో తన అధ్యయనాల పుస్తకంలో ఒకచోట ఇలా రాసుకున్నాడు. **'నేను ప్లేటోకి స్నేహితుణ్ణి, అరిస్టాటిల్‌కి కూడా స్నేహితుణ్ణే. కాని అందరికన్నా ఎక్కువగా సత్యమే నా నేస్తం'**.

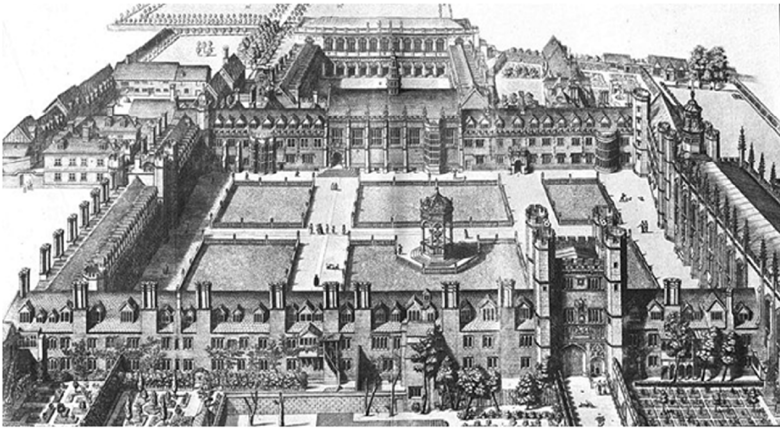
ప్రాచీన గ్రీకుల రచనలేకాక ఒకటి, రెండు శతాబ్దాలక్రితం యూరప్‌లో వైజ్ఞానిక విప్లవాలు లేవనెత్తిన కొపర్నికస్, కెప్లర్, గెలీలియో మొదలైన వారి భావాలతో కూడా ఐసాక్‌కి గాఢమైన పరిచయం ఏర్పడింది. ఆ విధంగా పూర్వతరాల చింతనను క్షుణ్ణంగా ఔపోసన పట్టడం వల్ల భౌతిక ప్రపంచం గురించి ఒక నిర్దిష్టమైన అవగాహన ఐసాక్ చిత్తంలో రూపుదేలుతోంది. ఇప్పుడిక ఇతను లోకం తెలియని కుర్రాడు

కాదు. తప్పుల తడకగా ఉన్న ప్రాచీన భౌతికశాస్త్ర భావ సౌధాలను ధ్వంసం చేసి అందులో సత్యసారాన్ని మాత్రమే తీసుకుంటూ దృఢమైన పునాదుల మీద నాలుగు కాలాలపాటు నిలిచే ఓ అద్భుతమైన భావ హర్మ్యాన్ని ఒంటరిగా నిర్మించడానికి ఆయత్తమవుతున్న ఐసాక్ న్యూటన్ అతను.

న్యూటన్ అధ్యయనాల్లో భౌతిక శాస్త్ర అంశాలేకాకుండా గణితం కూడా పెద్దయెత్తున చోటుచేసుకుంది. కేంబ్రిడ్జిలో ఉన్న కాలంలోనే ఖగోళశాస్త్ర అధ్యయనంలో చాలా అవసరం కనుక త్రికోణమితి (Trigonometry)ని బాగా ఔపోసన పట్టాడు. త్రికోణమితి మింగుడుపడాలంటే ముందు జ్యామితి (Geometry) బాగా తెలియాలి. కనుక జ్యామితి మీద ప్రాచీన గ్రీకు గణితవేత్త యూక్లిడ్ రాసిన పుస్తకం తెచ్చుకుని చదవడం ఆరంభించాడు. ఆ పుస్తకం న్యూటన్‌కి అమితంగా నచ్చేసింది. అందులో ప్రతి సూత్రం, ప్రతి సిద్ధాంతం ఎంతో తర్కబద్ధంగా వర్ణించబడడం, నిరూపించబడడం అతని మనస్సును ఆకట్టుకుంది. ఆ విధంగా కేవలం స్వాధ్యాయం చేతనే ఆ రోజుల్లో లభ్యమైన గణిత ఉపకరణాలను, భావనలను లోతుగా అర్థంచేసుకున్నాడు న్యూటన్. అయితే తదనంతర కాలంలో గ్రహ గతుల గురించి తన నూతన భావాలను వ్యక్తంచెయ్యడానికి ఆ గణితం సరిపోదని, మరో కొత్త గణితం అవసరమవుతుందని త్వరలోనే గుర్తించాడు.

1665 కల్లా విశ్వవిద్యాలయంలో న్యూటన్ చదువు పూర్తిచేసి బి.ఎ. పట్టం పుచ్చుకున్నాడు. ఆ నాలుగేళ్లూ ఎన్నో కొత్త విషయాలు నేర్చుకున్నాడు. అంతవరకూ ఎవరికీ తెలియని ఎన్నో ప్రకృతి రహస్యాలకు సంబంధించిన భావాలు ఇప్పుడు తన మేధస్సులో కిక్కిరిసి ఉన్నాయి. ఆ భావాలను వీలైనంత త్వరగా సాకారం చేసుకోవాలి. వాటికి గణితపు తొడుగునిచ్చి వాటికొక నిర్దుష్ట రూపాన్ని ఇవ్వాలి. అంటే ఇంకా పై చదువులు చదువుకోవాలి.

న్యూటన్ ఆలోచనలు ఇలా సాగుతున్న దశలో అనుకోని పరిస్థితులు ఎదురయ్యాయి. ఆ రోజుల్లో లండన్‌లో భయంకరమైన ప్లేగు వ్యాధి తాండవిస్తోంది. 1660ల నాటికే మృతుల సంఖ్య లక్షలకు పెరిగింది. నగరాల్లో జన సందోహం ఎక్కువగా ఉండడం వల్ల చావులు కూడా అధిక సంఖ్యలో ఉండేవి. కనుక ఎంతోమంది నగరాలను వదలి చిన్న ఊళ్లల్లో తలదాచుకునేవారు. ఆ దశలో కేంబ్రిడ్జి విశ్వవిద్యాలయాన్ని కొంతకాలం మూసేయాలని విశ్వవిద్యాలయ అధికారులు నిర్ణయించారు. పై చదువులు చదువుకోవాలని తాపత్రయపడుతున్న న్యూటన్ ఆశలు



**న్యూటన్ చదువుకొన్న విశ్వవిద్యాలయం**

అడియాసలయ్యాయి.

ఇక విధిలేక ఇంటిముఖం పట్టాడు. స్వగ్రామమైన వూల్స్‌థార్ప్‌కి పయనమయ్యాడు. ఇంట్లో బోలెడంత తీరిక దొరికేది. పెద్ద చదువులు చదువుకుని ఇంటికి తిరిగొచ్చిన కొడుకు పట్ల తన తల్లి వైఖరి పూర్తిగా మారిపోయింది. ఈ అద్భుత అవకాశాన్ని సద్వినియోగం చేసుకోవాలనుకున్నాడు.

ముందుగా గణితం మీదకు తన దృష్టి సారించాడు. ఆల్జీబ్రా, త్రికోణమితి మొదలైన గణిత విభాగాలు బాగానే ఉన్నాయి కానీ చలనాన్ని వర్ణించడానికి అవి సరిపోవని న్యూటన్‌కు ఎంతోకాలంగా అనిపిస్తోంది. ఒక రాశి ఎంత వేగంతో మారుతోందన్న భావనను గణితపరంగా వ్యక్తంచేసేదెలా? ఈ విషయం మీద ఫ్రెంచి గణితవేత్తలైన రెనే దే కార్త్ (Rene Descartes), పియర్ డె ఫర్మాట్ (Pierre De Fermat) కొంత కృషి చేశారు. అయితే వారు అవలంబించిన విధానాలు కాస్త గందరగోళంగా కనిపించాయి న్యూటన్‌కు. అందులో గణిత సౌందర్యం కొరవడింది. పైగా అవి కొన్ని ప్రత్యేక సందర్భాల్లో పనికొస్తాయి తప్ప విశ్వజనీనంగా అన్ని సందర్భాల్లోనూ వర్తించవు. ఉన్నత స్థాయి గణిత భావనకు అలాంటి విశ్వజనీనత ఓ ముఖ్యమైన హంగు అవుతుంది.

అసలు కేంబ్రిడ్జిలో ఉన్న రోజుల్లోనే న్యూటన్ ఈ దిశలో కృషి ఆరంభించాడు. తన కృషి ఫలితంగా 1665 మే నెలలో ఓ పరిశోధనా పత్రం రాశాడు. వూల్స్‌థార్ప్‌కి తిరిగొచ్చాక 1666 అంతానికల్లా ఆ రంగంలో మరో మూడు పత్రాలు రాశాడు. ఈ

కొత్త గణిత విభాగానికి Fluxions అని పేరుపెట్టాడు. మారే రాశులతో వ్యవహరించడం కోసం ప్రత్యేకంగా రూపొందించబడ్డ విభాగం అది. దీన్నే ఆధునిక గణిత పరిభాషలో Calculus అంటారు.

కాలిక్యులస్ వల్ల సాధ్యమైన ఓ ముఖ్యమైన సమస్య గ్రహ చలనాలకు సంబంధించిన సమస్య. గ్రహ చలనాలను వర్ణించే మూడు ప్రాథమిక సూత్రాలను అంతకుముందే కెప్లర్ వర్ణించాడు. అయితే అసలు గ్రహాలు సూర్యుడి చుట్టూ ఎందుకు తిరుగుతున్నాయి? ప్రత్యేకించి అలాంటి కక్ష్యల్లో ఎందుకు తిరుగుతున్నాయి? అన్న విషయంలో ఎవరికీ పెద్దగా అవగాహన ఉండేదికాదు.

అసలు గ్రహాలు సూర్యుడి చుట్టూ ఎందుకు తిరుగుతాయి? గ్రహాలు వస్తువులు కనుక, వాటికి జడత్వం ఉంటుంది కనుక అంతరిక్షంలో వాటి మీద ఏ బలమూ పనిచెయ్యనట్టయితే అవి సమవేగంతో సరళరేఖలో ప్రయాణిస్తూ అంతరిక్షంలో కొట్టుకుపోవాలి. కాని అవి ఒక వస్తువు చుట్టూ ప్రదక్షణ చేస్తున్నాయి కనుక వాటి మీద ఏదో బలం పనిచేస్తూ ఉండి ఉండాలి. ఒక వస్తువు వృత్తాకారంలో సమమైన కోణీయ వేగంతో కదులుతున్నప్పుడు ఆ వస్తువు మీద ఆ వృత్తం యొక్క కేంద్రం నుండి ఓ బలం పనిచేస్తూ ఉండాలని న్యూటన్ తన కాలిక్యులస్ విధానాలను ఉపయోగించి నిరూపించాడు.

ఈ సత్యాన్ని అర్థంచేసుకోవడానికి ఓ చిన్న ప్రయోగం చెయ్యొచ్చు. ఓ రాయికి దారం కట్టి దాన్ని గిరగిరా తిప్పండి. రాయి మీ చెయ్యి చుట్టూ వృత్తాకారంలో ప్రదక్షిణ చేస్తుంది. రాయి మీద మీ చేతిలో ఉన్న దారం బలం ప్రయోగిస్తోంది. దారం బిగుతుగా ఉంటుంది కనుక దారం ఆ రాయిని మీ చేతి వైపునకు అంటే కేంద్రం దిశగా లాగుతోందన్న మాట. అంటే రాయి యొక్క గమన దిశకు లంబంగా దాని మీద పనిచేసే బలం ఉంది. ఇప్పుడు ఉన్నట్టుండి మీరు దారాన్ని వదిలేసినట్టయితే సరిగ్గా ఆ క్షణం రాయి ఏ దిశలో కదులుతోందో ఆ దిశలో ముందుకు ప్రయాణిస్తూ కింద పడుతుంది.

ఆ విధంగా గ్రహాల మీద సూర్యుడు తన వైపునకు ఆకర్షిస్తున్నట్టుగా బలం ప్రయోగిస్తున్నాడని అర్థంచేసుకోవచ్చు. ఈ రకమైన ఆకర్షణకే న్యూటన్ గురుత్వం (Gravity) అని పేరుపెట్టాడు.

న్యూటన్‌కి గురుత్వం అనే శక్తి ఉంటుందన్న ఆలోచన ఎలా వచ్చిందన్న ప్రశ్న వెనక మనకందరికీ తెలిసిన ఓ కథ ఉంది. ఆ కథ గురించి ప్రత్యక్షంగా న్యూటన్



నోటి నుండి విన్న అతని స్నేహితుడు విలియం స్టుక్లీ ఏమంటున్నాడో విందాం. 1726లో అంటే న్యూటన్ మరణానికి ఓ యేడాది ముందు ఈ స్టుక్లీ అప్పటికి కెన్సింగ్టన్ అనే  ఊళ్లో ఉంటున్న న్యూటన్‌ను సందర్శించాడు. మిత్రులు ఇద్దరూ భోజనం చేసి టీ తాగడానికి తోటలోకి వెళ్లి ఓ యాపిల్ చెట్టు కింద కూర్చున్నారు. ఆ సమాగమం గురించి స్టుక్లీ ఇలా అంటున్నాడు –'ఇద్దరం కాసేపు పిచ్చాపాటి మాట్లాడుకున్నాం. అప్పుడు న్యూటన్ ఏవో పాత జ్ఞాపకాలు గుర్తొస్తున్నాయన్నాడు. చాలాకాలంక్రితం సరిగ్గా ఇలాంటి పరిసరాల్లోనే తనకు గురుత్వం అనే భావన స్ఫురించింది అన్నాడు. ఓ చెట్టు నీడలో నిశ్చలంగా దేనిగురించో ధ్యానిస్తున్నప్పుడు కింద పడుతున్న ఓ యాపిల్ కనిపించగా ఆ ఆలోచన వచ్చిందన్నాడు'.

పూర్వులైన దే కార్త్, గెలీలియో తదితరులు వర్ణించిన 'జడత్వం' అనే భావన న్యూటన్‌కి బాగా తెలుసు. ఏదో బలం పనిచేస్తే తప్ప నిశ్చలంగా ఉన్న వస్తువు కదలదని తెలుసు. కనుక వదిలేసిన వస్తువు కింద పడడానికి కారణం ఏదో బలం అయ్యుండాలి. అది కంటికి కనిపించకపోవచ్చు. కాని అలాంటి బలం లేకపోతే వస్తువు కింద పడదు. ఆ బలం భూమి నుండి పుడుతూ ఉండొచ్చు. భూమి యాపిల్‌ను ఆకర్షించడం వల్ల అది కింద పడుతుందేమో!

జడత్వానికి మరో ముఖం కూడా ఉంది. సరళ రేఖలో సమ వేగంతో కదులుతున్న వస్తువు మీద ఓ బలం పనిచేస్తే తప్ప ఆ వస్తువు యొక్క గమన దిశ మారదు. కావాలంటే నేలకు సమాంతరంగా ఓ రాయి విసిరితే అది ముందు సమాంతరంగా కదిలినా క్రమంగా ఆ దిశ నుండి విచలనం చెందుతూ నేల దిశగా తిరిగి కొంత దూరంలో నేల మీద పడుతుంది. ఆ రాయిని ఓ ఎత్తయిన కొండ మీద నుంచి విసిరినా అదే జరుగుతుంది. రాయి విసిరిన వేగం తక్కువగా ఉంటే విసిరిన చోటుకు

దగ్గర్లోనే కింద పడుతుంది. వేగంగా విసిరితే దూరంగా పడుతుంది. కాని కింద పడడం మాత్రం ఖాయం.

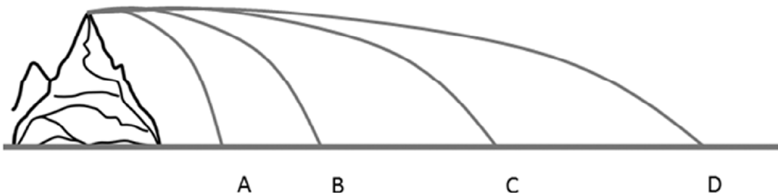
అప్పుడు న్యూటన్‌కు ఓ కొత్త ప్రశ్న తట్టింది. మరి చందమామను కూడా ఓ పెద్ద రాయిగా ఊహించుకుంటే? చందమామ ఆకాశంలోనే ఎందుకు ఉంటుంది? భూమి చుట్టూ తిరుగుతూ ఉంటుందికానీ ఎందుకు కింద పడదు?

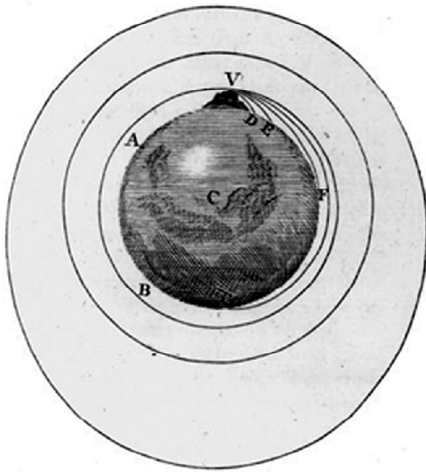
చందమామ భూమి చుట్టూ తిరుగుతుందన్న విషయం చాలాకాలంగా తెలుసు. గ్రహాలు సూర్యుడు చుట్టూ తిరుగుతాయా లేదా అనే విషయంలో ఉండే వివాదం చందమామ భూమి చుట్టూ తిరిగే విషయంలో లేదు. చందమామ మీద భూమి నిశ్చయంగా గురుత్వ బలాన్ని ప్రయోగిస్తోంది. అందుకనే అది భూమి చుట్టూ తిరుగుతోంది. లేకుంటే అది సరళరేఖలో ప్రయాణిస్తూ అంతరిక్షంలో ఎటో కొట్టుకు పోయేది. మరి విసిరిన రాయి కింద పడుతున్నప్పుడు చందమామ ఎందుకు కింద పడదు?

అప్పుడు న్యూటన్‌కు ఒక సమాధానం స్ఫురించింది. బహుశా గురుత్వాకర్షణ దూరం మీద ఆధారపడుతుందేమో. వస్తువుల మధ్య దూరం ఎక్కువైతే గురుత్వం తక్కువగా ఉంటుందేమో. చందమామ కన్నా రాయి భూమికి దగ్గరగా ఉంది కనుక దాని మీద ఆకర్షణ ఎక్కువ కావడం వల్ల అది కింద పడుతోంది. చందమామ దూరం కావడం వల్ల కింద పడకపోయినా భూమి చుట్టూ తిరుగుతోంది.

ఇలా ఆలోచిస్తున్న న్యూటన్ భావాలు క్రమంగా స్పష్టం కాసాగాయి. ఎలాంటి పరిస్థితుల్లో ఓ వస్తువు కింద అంటే భూమి మీద పడుతుంది? ఎలాంటి పరిస్థితుల్లో అది భూమి చుట్టూ కింద పడకుండా తిరుగుతూ ఉంటుంది? ఈ ప్రశ్నలకు సమాధానంగా న్యూటన్ ఊహించిన వర్ణన గమనార్హం. భౌతిక విషయాల మీద అతనికి ఉండే సహజమైన లోదృష్టికి, గ్రహింపునకు ఇది చక్కని తార్కాణం.

భూమి మీద ఓ ఎత్తయిన కొండ మీద నిల్చున్నట్టు ఊహించుకున్నాడు న్యూటన్ (కింద చిత్రం). అక్కణ్ణుంచి క్రమంగా పెరిగే వేగాల వద్ద రాళ్లను నేలకు సమాంతరంగా






**చందమామ భూమి చుట్టూ తిరుగుతుందన్న ప్రశ్నకి న్యూటన్ ఊహించిన వివరణ**

విసురుతున్నాడు. వేగం తక్కువగా ఉన్న రాళ్లు కొండకు దగ్గరగా నేల మీద పడతాయి. వేగం పెరుగుతున్నకొద్దీ కొండకు ఇంకా ఇంకా దూరంగా పడతాయి. భూమి చదునుగా ఉన్నట్టయితే రాయి వేగం పెరుగుతున్నకొద్దీ విసిరిన చోటు నుండి ఇంకా ఇంకా దూరంగా రాయి పడుతుంది.

అయితే ఈ వైఖరి ఇలాగే కొనసాగుతూ పోదు. ఎందుకంటే భూమి గుండ్రంగా ఉంది కనుక అలా రాయి విసిరే వేగాన్ని పెంచుతూపోతే కింద పడుతున్న రాయి భూమి వంపు వెంట 'కింద' పడుతుంది. కనుక ఒక దశలో భూమి వంపునే అనుస రిస్తూ కదులుతుంది. కాని పూర్తిగా 'కింద' పడదు. అలాంటి స్థితిలో ఇక ఆ రాయి ఎప్పటికీ భూమి చుట్టూనే తిరు గుతూంటుంది... చందమామలా!

చందమామ గమనాన్ని ఆ విధంగా అర్థంచేసుకున్న తర్వాత న్యూటన్ ధ్యాస ఇతర గ్రహాల చలనాల మీదకు మళ్లింది. చందమామ భూమి చుట్టూ తిరుగుతున్నట్టే సౌర మండలం లోని గ్రహాలన్నీ సూర్యుడి చుట్టూ సూర్యుడి గురుత్వాకర్షణకు లోనై తిరుగుతుంటాయి.

ఇప్పుడు కొన్ని ఇబ్బందికర మైన ప్రశ్నలు జనిస్తాయి. మరి గ్రహాల మధ్య కూడా పరస్పర ఆకర్షణ ఉండాలి కదా? కాని అవి ఒకదాని చుట్టూ ఒకటి తిరగకుండా సూర్యుడి చుట్టూ ఎందుకు తిరుగుతాయి? అలాగే చందమామ మీద సూర్యుడి గురుత్వం కూడా పనిచేస్తూ ఉండాలి కదా? మరి చందమామ సూర్యుడి చుట్టూ కాక భూమి చుట్టూ ఎందుకు తిరుగుతుంది? ఇలా ఆలోచిస్తున్న న్యూటన్‌కు రెండు విషయాలు అర్థమయ్యాయి.

సూర్యుడికీ, గ్రహాలకు మధ్య గురుత్వాకర్షణ ఉంటుందని అంతకుముందే న్యూటన్

అర్థంచేసుకున్నాడు. మరి చందమామ భూమి చుట్టూ తిరిగే తీరుని గమనిస్తే భూమి చందమామ మీద చూపించే ఆకర్షణ కూడా గురుత్వాకర్షణే అని అనుకోవాల్సి ఉంటుంది. అలా ఆలోచిస్తూ పోతే విశ్వంలో వస్తువులన్నింటి మధ్య గురుత్వాకర్షణ ఉంటుందనుకోవాలి.

మరైతే చందమామ భూమి చుట్టూనే ఎందుకు పరిభ్రమిస్తుంది? సూర్యుడి చుట్టూ ఎందుకు పరిభ్రమించదు? అన్న ప్రశ్నకు సమాధానంగా న్యూటన్‌కు ఇలాంటి వివరణ స్ఫురించింది.

వస్తువు పెద్దది అవుతున్నకొద్దీ, దాని ద్రవ్యరాశి (Mass) ఎక్కువవుతున్నకొద్దీ దాని ఆకర్షణ బలం ఎక్కువవుతుంది. అందుకే గ్రహాలన్నీ వాటికన్నా ఎంతో భారమైన సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతాయికానీ ఒకదాని చుట్టూ ఒకటి తిరగవు. అలాగే రెండు వస్తువుల మధ్య దూరం పెరుగుతున్నకొద్దీ వాటి మధ్య ఆకర్షణ తక్కువవుతుంది. అందుకే చందమామ దగ్గరగా ఉన్న భూమి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తుంది కానీ దూరంగా ఉన్న సూర్యుడి జోలికిపోదు.

దూరం పెరుగుతున్నకొద్దీ గురుత్వం తగ్గుతూ ఉంటుందని ఒప్పుకుంటే అది ఖచ్చితంగా ఎలా తగ్గుతోంది? దూరానికి, గురుత్వానికి మధ్య ఉన్న సంబంధాన్ని గణితపరంగా వ్యక్తంచెయ్యగలమా? ఇక్కడే న్యూటన్ ఓ బ్రహ్మాండమైన సత్యాన్ని, బ్రహ్మాండాన్ని శాసించే సత్యాన్ని తెలుసుకున్నాడు. గురుత్వ బలం దూరం యొక్క **వర్గాని**కి (Square) **విలోమం**గా (Inversely Proportional) మారుతుందని ఊహించాడు. అంటే దూరం రెండింతలైతే బలం నాలుగో వంతుకు తగ్గుతుంది. దూరం మూడింతలైతే బలం తొమ్మిదోవంతుకు తగ్గుతుంది.

అయితే ఏ ఆధారమూ లేకుండా న్యూటన్ ఇలాంటి సత్యాన్ని ఎలా గ్రహించాడు? న్యూటన్ కనుక్కున్న ఈ **వర్గ విలోమ సూత్రా**నికి (Inverse Square Law) వేళ్లు కెప్లర్ నియమాల్లో ఉన్నాయి. తన పూర్వులైన టైకో బ్రాహే మొదలైన ఖగోళవేత్తలు గ్రహగతుల గురించి చేసిన పరిశీలనలన్నింటినీ లోతుగా అధ్యయనం చేసిన యోహానెస్ కెప్లర్ వాటిలో కొన్ని సామాన్య ధర్మాలను కనిపెట్టాడు. ఆ ధర్మాలనే మూడు నియమాలుగా వర్ణించాడు. అవే మూడు కెప్లర్ నియమాలు. వీటి గురించి ఇంతకు ముందు చర్చించుకున్నాం.

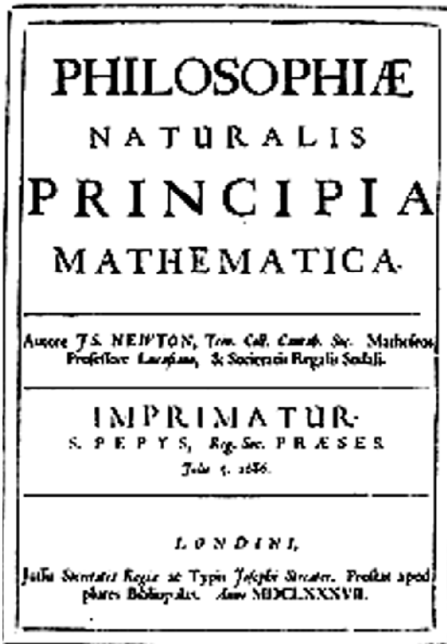
వీటిలో రెండో నియమం ఒక గ్రహానికి, సూర్యుడికి మధ్య ఉన్న దూరానికి, గ్రహం యొక్క కోణీయ వేగానికి మధ్య ఉన్న సంబంధాన్ని తెలుపుతుంది. న్యూటన్

తను కొత్తగా రూపొందించిన కాలిక్యులస్‌ను ఉపయోగించి కెప్లర్ రెండో నియమం నిజం కావాలంటే గ్రహం మీద సూర్యుడు ప్రయోగించే బలం దూరానికి వర్గ విలోమంగా మారాలని నిరూపించాడు. అయితే ఇక్కడ అద్భుతమేమిటంటే కెప్లర్ కనుక్కున్న నియమాలు కేవలం సౌర మండలంలోని గ్రహాల గతులను వర్ణించే నియమాలు. కాని దాన్నుండి న్యూటన్ కనుక్కున్న సూత్రం మొత్తం విశ్వంలో అన్ని వస్తువులకు సంబంధించిన సత్యం. భౌతిక శాస్త్రంలో, ప్రకృతి చలనాల యొక్క వర్ణనలో గణితం యొక్క సత్తా ఏమిటో న్యూటన్ సాధించిన విజయంతో మనకు అర్థమవుతుంది.

న్యూటన్ ఇన్ని అమూల్యమైన వైజ్ఞానిక సత్యాలు కనుక్కుంటున్నా ఆ విషయాల గురించి పెద్దగా అట్టహాసం చెయ్యకుండా తన కలుగులోకి దూరి ఏకాంతంగా తన పరిశోధనల్లో మునిగిపోయేవాడు. తన భావాలను బాహాటం చేసినప్పుడు తోటి శాస్త్రవేత్తల నుండి వచ్చే విమర్శలు అతనికి నచ్చేవికావు. అందుకే ఇలా ఏకాంత వాసాన్ని ఆశ్రయించాడు. ఇలా ఉండగా **ఎడ్మండ్ హాలీ** అనే ఖగోళవేత్త న్యూటన్‌ను అడిగి కొన్ని ఖగోళశాస్త్ర సందేహాలు తీర్చుకుందామని ఓసారి న్యూటన్‌ను సందర్శించాడు. ఆ సందేహాలన్నింటికీ న్యూటన్ వద్ద ఖచ్చితమైన సమాధానాలు ఉన్నాయని తెలుసుకుని హాలీ మహదానందపడ్డాడు. అయితే న్యూటన్ సొంతమైన ఆ వైజ్ఞానిక సంపద నలుగురికీ తెలియాలని న్యూటన్‌ని తన పరిశోధనా ఫలితాలను పొందుపరుస్తూ ఓ పుస్తకం రాయమన్నాడు.

హాలీ ప్రోత్సాహంతో న్యూటన్ ఓ అసమాన వైజ్ఞానిక గ్రంథ రచనా కార్యానికి పూనుకున్నాడు. అసలు చరిత్రలోనే నభూతో అన్నట్లుగా పద్దెనిమిది నెలలపాటు అహోరాత్రాలూ సాగిన మహోగ్ర కృషి అది. ఆ పుస్తకానికి న్యూటన్ Philosophae Naturalis Principia Mathematica అని పేరుపెట్టాడు (ప్రకృతి తత్వాన్ని వర్ణించే గణిత సూత్రాలు). దాన్నే మరింత సంక్షిప్తంగా Principia (ప్రిన్సిపియా) అంటారు. ఏప్రిల్ 1686లో న్యూటన్ స్వయంగా వచ్చి రాయల్ సొసైటీలో మూడు భాగాలు గల ఆ పుస్తకం యొక్క మొదటి భాగాన్ని ప్రదర్శించాడు. సొసైటీ ఖర్చుతో ఆ పుస్తకాన్ని అచ్చు వేయించాలని ముందు సభ్యులు అభిప్రాయపడ్డారు. కాని సొసైటీ ఖజానా ఖాళీ అయ్యిందని తెలిసి ఆ ఆలోచన మానుకున్నారు. అలాంటి తరుణంలో హాలీ తన సొంత ఖర్చుతో ఆ పుస్తకాన్ని ప్రచురించడానికి ముందుకొచ్చాడు.

ప్రిన్సిపియా గ్రంథంలో న్యూటన్ కేవలం కొన్ని ప్రత్యేక గణిత సిద్ధాంతాలను


PHILOSOPHIÆ

NATURALIS

PRINCIPIA

MATHEMATICA.

Autore JS. NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos Professore Lucasiano, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.

S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.

Julii 5. 1686.

LONDINI,

Jussu Societatis Regiæ ac Typis Josephi Streater. Prostat apud plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

వర్ణించ లేదు. కేవలం గ్రహ గతులను మాత్రమే వివరించ లేదు. ప్రిన్సిపియాలో న్యూటన్ వైజ్ఞానిక లోకానికి అందించింది ఓ వినూత్న విశ్వ దర్శనం. బ్రహ్మాండమైన గణిత భావ జాలంతో మొత్తం బ్రహ్మాండాన్ని అభివర్ణించడం ఆ గ్రంథం యొక్క లక్ష్యం. విశ్వంలో దేన్ని అర్థంచేసుకోవాలన్నా దాని వెనక ఉన్న చలనాన్ని అర్థంచేసుకోవాలి. గ్రహాలు, కాంతి, శబ్దం, ఉష్ణం, ద్రవాలు –ఇవన్నీ చలనంతో కూడుకున్న రాశులు లేక తత్వాలు. వీటిని అధ్యయనం చెయ్యడమంటే పదార్థంలోని చలనాలను అర్థం చేసుకోవడమే. చలనానికి కారణమైన భౌతిక రాశి **బలం** (Force) కనుక ప్రిన్సిపియాలో అత్యంత కీలకమైన భావనలు రెండు: ఒకటి, చలనం. రెండోది, దానికి కారణమైన బలం. వివిధ సందర్భాల్లో, వివిధ వ్యవస్థల్లో బలాలు చలనాలను ఎలా శాసిస్తున్నాయో చెబుతుంది ప్రిన్సిపియా. విశ్వంలో ప్రతి వ్యవస్థా బలాల ప్రేరణ వల్ల కలిగే చలనంగా అభివ్యక్తంచేస్తుంది.

మొదటి కాండం : మొదటి కాండం పేరు De Motu Corporum. అంటే 'వస్తువుల చలనాలు'. ఏ అవరోధమూలేనిచోట అంటే శూన్యంలో వస్తువులు కదులుతున్నప్పుడు వస్తువుల చలనం ఎలా ఉంటుందన్నది ఈ పుస్తకంలోని అంశం. పుస్తకం ఆరంభంలో కాలిక్యులస్‌కు చెందిన ప్రథమ సూత్రాల గురించి, విధానాల గురించి, ఫలితాల గురించి చర్చిస్తాడు.

రెండో విభాగంలో **అభికేంద్రీయ బలాల** (Centripetal Forces) గురించి, అలాంటి బలాల ప్రభావం వల్ల కదిలే వస్తువుల చలనాల గురించి చర్చిస్తాడు. ఆ తర్వాత అభికేంద్రీయ బలాల్లో ఒక ప్రత్యేక కోవకు చెందిన వర్గ విలోమ నియమాన్ని పాలించే అభికేంద్రీయ బలాల మీద ఆధారపడే చలనాల గురించి చర్చిస్తాడు. ఈ

చివరి కోవకు చెందిన చలనాలే గ్రహ కక్ష్యలు.

ఈ విధంగా మొదటి కాండంలో ఎక్కువగా గణిత ఫలితాలు సిద్ధాంతాల రూపంలో ఉంటాయి.

రెండవ కాండం : రెండో కాండంలో ప్రతిరోధించే మాధ్యమాల ద్వారా కదిలే వస్తువుల చలనాలను వర్ణిస్తాడు. వాస్తవ ప్రపంచంలో వస్తువుల చలనాలను క్షీణింపజేసే ఒక కారణం గాలి. గాలిలేని శూన్యంలో ఒక ఇనుప గుండును, ఒక ఈకను ఓ ఎత్తు నుండి కిందకు పడేస్తే రెండూ ఒకే సమయంలో నేలను చేరుకుంటాయి. కాని అదే ప్రయోగాన్ని గాల్లో చేస్తే గుండు ముందు కింద పడుతుంది. ఎందుకంటే గాలి ఈకను మరింత ఎక్కువగా నిరోధిస్తుంది. ఈ రకమైన ప్రతిరోధ బలాన్ని **ఈడ్పు** (Drag) అంటారు. ఈ రకమైన ప్రతిరోధ బలాల ప్రభావం మీద ఆధారపడే ఎన్నో చలనాలను ఈ కాండంలో చర్చిస్తాడు.

మూడవ కాండం : దీని పేరు De Mundi Systemate (విశ్వ రచన). ఈ పుస్తకంలో ముఖ్యంగా ముందరి పుస్తకాల్లో తను తీర్చిదిద్దిన గురుత్వ సిద్ధాంతాన్ని వాస్తవ ప్రపంచానికి, ముఖ్యంగా విశ్వ గతులకు వర్తింపజేస్తూ ప్రతి సందర్భంలోనూ అవే నియమాలు ఎంత అద్భుతంగా వర్తిస్తాయో నిరూపిస్తాడు. చందమామ కక్ష్యలోని అవకతవకలు, సముద్రాల్లోని కెరటాల చలనాలు, ఆ కెరటాల మీద సూర్యచంద్రుల ప్రభావాలు, జూపిటర్ చందమామల యొక్క కక్ష్యలు, తోకచుక్కల చలనాలు –ఇలా గొప్ప వైవిధ్యంతో కూడుకున్న విశ్వ చలనాలను ఈ పుస్తకంలో చర్చిస్తాడు.

తోకచుక్కల ప్రసక్తి వచ్చింది కనుక న్యూటన్ అధ్యయనం చేసిన ఓ ప్రత్యేక తోకచుక్క సంగతి చెప్పుకోవాలి. చిన్నతనంలో ఎన్నో సందర్భాల్లో రాత్రంతా మేలుకుని తోకచుక్కలను చూస్తూ వినోదించేవాడు న్యూటన్. ఆ రోజుల్లో తోకచుక్కల గురించి తప్పుడు అవగాహన ఉండేది. భూమి నుండి వెలువడ్డ వాయువులు ఆకాశంలో మండడం వల్ల అలా కనిపిస్తున్నాయని అనుకునేవారు. ఈ రకమైన చింతనకు కారణం నిజానికి ప్రాచీన గ్రీకు తాత్వికుడైన అరిస్టాటిల్ రచనలేనని ముందు చెప్పుకున్నాం.

గ్రహాలలాగానే తోకచుక్కలు కూడా అంతరిక్షంలో కదిలే వస్తువులని, గ్రహాలలాగానే అవి కూడా సూర్యుడి గురుత్వ ప్రభావాన్ని అనుసరించి కదులుతున్నాయని న్యూటన్ భావించాడు. కాని **జాన్ ఫ్లామ్‌స్టీడ్** తదితర ఖగోళవేత్తలు

సేకరించిన ఖగోళ పరిశీలనలను అధ్యయనం చేసిన న్యూటన్ తోకచుక్కల కక్ష్యలు గ్రహ కక్ష్యలకన్నా కాస్త భిన్నంగా ఉన్నాయని గుర్తించాడు. గ్రహాల కక్ష్యలకన్నా తోకచుక్కల వంపు మరింత ఎక్కువగా ఉందని గమనించాడు. తోకచుక్కల కక్ష్యలను తన గురుత్వ సిద్ధాంతంతో లెక్కించే పనిలో పడ్డాడు.

తోకచుక్కల మీద న్యూటన్ కనబరుస్తున్న ఆసక్తిని చూసి స్ఫూర్తి కలిగిన హాలీ తను కూడా స్వయంగా 1682లో పరిశీలించిన ఓ తోకచుక్క గురించి ఆరా తీసి మరింత సమాచారం సేకరించాడు. అలాంటి తోకచుక్కే లోగడ 1607, 1535ల్లో కూడా కనిపించిందని తెలుసుకున్నాడు. అంటే సుమారు 75 యేళ్లకొకసారి వస్తోందని అర్థమయ్యింది. అంటే మళ్లీ అదే తోకచుక్క సుమారు 1757లో కనిపించాలని ఊహించాడు. తదనంతరం **జార్జ్ పాలిట్ష్** అనే ఓ యువ ఖగోళవేత్త 1758లో క్రిస్మస్‌నాడు అదే తోకచుక్కను గమనించాడు. న్యూటన్ పుట్టినరోజునాడు అంత ఆసక్తికరమైన ఖగోళ ఫలితం దక్కడం ఒక విధంగా న్యూటన్ సిద్ధాంతానికి అనుకోని సన్మానం అన్నట్టయ్యింది.

న్యూటన్ మనకు అందించిన విశ్వ దర్శనంలో విశ్వమంతా కొన్ని నియత నియమాలను అనుసరించి ఖచ్చితంగా పనిచేసే ఓ మహా యంత్రంలా కనిపిస్తుంది. అంతవరకూ భూమికొక నియమం, ఖగోళానికి ఒక నియమం, చిన్న వస్తువులకు ఒక నియమం, పెద్ద వస్తువులకు ఒక నియమం –ఇలా సందర్భాన్నిబట్టి నియమాలను



మార్చేస్తూ భౌతిక ప్రపంచపు అవగాహన కకావికలంగా ఉన్న పరిస్థితుల్లో న్యూటన్ రంగ ప్రవేశం చేసి మొత్తం విశ్వ గతులన్నీ కొన్ని స్థిరమైన నియమాలను అనుసరించి నడుచుకుంటున్నాయని చూపించాడు. విశ్వ గతులు ఓ క్రమంలేకుండా అవకతవకలుగా కనిపిస్తున్నాయంటే దానికి కారణం వాటి పట్ల మన అజ్ఞానమే. సరైన నియమాలను ఆధారంగా చేసుకుని విశ్వ లయలను పరిశీలిస్తే గొప్ప వైవిధ్యంతో కూడుకున్న ప్రక్రియల్లో కూడా విశ్వజనీనమైన నియమావళి పనిచెయ్యడం కనిపిస్తుంది.

న్యూటన్ సమకాలీనులైన మరికొందరు శాస్త్రవేత్తలలాగా కేవలం మౌఖిక వర్ణనలతో, ఇష్టాగోష్ఠితో సరిపెట్టుకోకుండా ప్రయోగాలు చేశాడు న్యూటన్. తన భావాలను కఠోరమైన గణిత పంజరంలో పొందికగా ఇమిడ్చాడు. ఆధునిక విజ్ఞానానికి గెలీలియో పునాదులువేస్తే న్యూటన్ ఆ పునాదుల మీద భౌతిక చలనాలను వర్ణించే ఓ అద్భుత గణిత హర్మ్యాన్ని నిర్మించాడు. ఆ విధంగా న్యూటన్ ఒంటరిగా సాధించిన ఈ విజయాన్ని **'న్యూటోనియన్ విప్లవం'**గా (Newtonian Revolution) అభివర్ణిస్తారు.

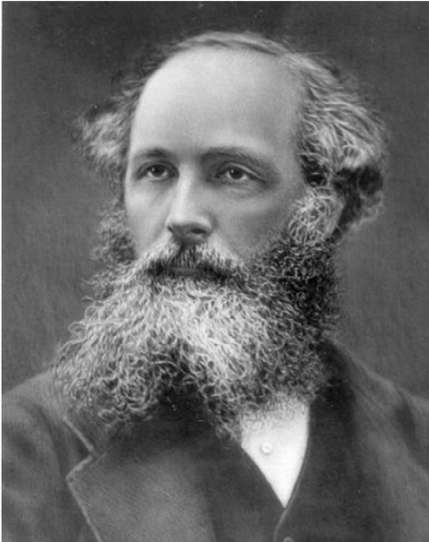
## న్యూటన్ తర్వాత ఖగోళశాస్త్రం

న్యూటన్ అందించిన గణిత సైద్ధాంతిక సోపానాల మీదగా న్యూటన్ తర్వాత ఖగోళశాస్త్రం వేగంగా ఎదిగింది. ఆ ప్రయాణంలో దూరదర్శినులు గొప్ప పాత్ర పోషించాయి. ఇంకా పెద్ద దూరదర్శినులను నిర్మిస్తూ విశ్వంలో ఇంకా చాలా దూరాలు చూసే ప్రయత్నంలో దేశాలు పోటీపడ్డాయి. ఆ విధంగా వివిధ దేశాల్లో గొప్ప నక్షత్రశాలలు వెలిశాయి. ఫ్రాన్స్‌లోని అబ్సర్వత్వా ద పారీ (1671లో), ఇంగ్లండ్‌లోని గ్రీనిచ్‌లో రాయల్ అబ్సర్వేటరీ (1676లో), బెర్లిన్‌లోని రాయల్ అబ్సర్వేటరీ (1700) మొదలైనవి ఆ విధంగా పుట్టినవే.

ఇలా పుట్టిన మరింత శక్తివంతమైన దూరదర్శినుల సహాయంతో అంతరిక్ష అధ్యయనం కొత్త పుంతలు తొక్కింది. అంతరిక్షంలో కంటికి కనిపించనంత దూరంలో అంతవరకూ అదృశ్యంగా ఉన్న ఎన్నో కొత్త ఖగోళ వస్తువులు కనుక్కోబడ్డాయి. ముఖ్యంగా సాటర్న్‌కి అవతల గ్రహాలు ఉంటాయని అంతవరకూ ఎవరికీ సందేహం కూడా రాలేదు. బ్రిటిష్ –జర్మన్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త **విలియం హెర్షెల్** (1738–1822) 1781లో సాటర్న్‌కి అవతల యురేనస్ గ్రహాన్ని కనుక్కున్నాడు. తర్వాత 1845లో **ఆడమ్స్, లెవెరియే** అనే ఇద్దరు గణితవేత్తలు నెప్ట్యూన్ గ్రహాన్ని కనుక్కున్నారు. దీన్ని కనుక్కునే ప్రయత్నంలో వారికి న్యూటన్ కనిపెట్టిన గణిత సిద్ధాంతం ఎంతో

పనికొచ్చింది. యురేనస్ కక్ష్యలో సిద్ధాంతంతో సరిపోని కొన్ని అవకతవకలు కనిపించాయి. దానికి కారణం యురేనస్‌కి ఆవల నుండి యురేనస్ మీద ప్రభావం చూపిస్తున్న ఏదో గ్రహం అయ్యుంటుందని అనుకున్నారు ఆ గణితవేత్తలు. వాళ్ల అనుమానం నిజమైంది. అది జరిగిన ఇంచుమించు శతాబ్ద కాలం తర్వాత 1930 లో **క్లయిడ్ టాంబాగ్** ప్లూటోను కనుక్కున్నాడు.

19వ శతాబ్దపు చివరి దశల్లో మరికొన్ని పరిమాణాలు జరిగాయి. అంతవరకూ తారలు మన నుండి చాలా దూరంలో ఉన్నాయని మాత్రమే తెలుసు. అయితే ఆ దూరం ఎంత అన్న విషయంలో ఖచ్చితమైన అవగాహన ఉండేది కాదు. Parallax పద్ధతితో కాస్త దగ్గర తారల దూరాలు తెలుసుకోవడానికి వీలైంది. మనకు అతి దగ్గర తారే నాలుగు కాంతి సంవత్సరాలు (ఒక కాంతి సంవత్సరం = $10^{13}$ కి.మీ. (సుమారు) దూరంలో ఉందని తెలుసుకుని వైజ్ఞానిక లోకం నిర్ఘాంతపోయింది. అలా క్రమంగా ఇంకా ఇంకా దూరాల్లో ఉన్న తారల దూరాలు కొలుస్తూ పోయారు. అయితే పారలాక్స్ పద్ధతితో భూమి నుండి దూరదర్శినులతో చూస్తున్నప్పుడు కొన్ని వందల కాంతి సంవత్సరాలకు మించిన దూరాలు చూడడం కుదరదు. అంతకన్నా ఎక్కువ దూరాలు చూడడానికి భౌతిక శాస్త్రంలో జరిగిన పురోగతి ఎంతో పనికొచ్చింది.



**జేమ్స్ క్లార్క్ మాక్స్వెల్**

19వ శతాబ్దపు చివర్లో కాంతి గురించి మన అవగాహనలో సమూలమైన మార్పు వచ్చింది. అప్పటికే కొన్ని శతాబ్దాలుగా తెలిసిన విద్యుత్ శక్తికి, అయస్కాంత శక్తికి, కాంతికి మధ్య సంబంధం ఉందని బ్రిటన్‌కు చెందిన **జేమ్స్ క్లార్క్ మాక్స్వెల్** అనే ఖగోళశాస్త్రవేత్త సైద్ధాంతికంగా నిరూపించాడు. సైద్ధాంతిక భౌతిక శాస్త్రంలో ఆ విజయం లోగడ న్యూటన్ సాధించిన విప్లవంతో పోల్చదగిందని చెప్పుకుంటారు. విద్యుత్ అయస్కాంత క్షేత్రంలో కాంతి ఒక



**హెన్రియెట్టా లీవిట్**

తరంగమని మాక్స్వెల్ నిరూపించాడు. ఆ తరంగం యొక్క **కంపనా వేగం** (లేదా **పౌనఃపున్యం**, Frequency) మీద కాంతి రంగు ఆధారపడుతుంది. ఒక వస్తువు నుండి కాంతి వెలువడుతున్నప్పుడు ఆ కాంతిలోని రంగులనుబట్టి ఆ వస్తువులోని అంతరంగ అంశాల గురించి, అందులోని పరమాణువుల కూర్పు గురించి తెలుసుకోవడానికి వీలవుతుంది. ఆ విధంగా Spectroscopy అనే అత్యంత కీలకమైన భౌతిక శాస్త్ర విభాగం ఆవిర్భవించింది. Spectroscopy సహాయంతో తారల్లోని పదార్థం గురించి ఎన్నో విషయాలు తెలుసుకోవడానికి వీలయ్యింది. విశ్వమంతా విస్తరించిన కోటానుకోట్ల తారల్లోని రసాయనిక అంశాల్లో ఎంతో సామాన్యత ఉందని అర్థమైంది. తారల నుండి వెలువడే కాంతి తీక్షణతనుబట్టి తారల దూరాలను తెలుసుకునే ఓ అద్భుతమైన పద్ధతిని 20వ శతాబ్దపు తొలి దశల్లో **హెన్రియెట్టా లీవిట్** అనే మహిళా శాస్త్రవేత్త కనిపెట్టింది.

20 వ శతాబ్దపు తొలి దశల్లో భౌతిక శాస్త్రంలో ఓ అద్భుత విప్లవం బయలుదేరింది. ఆ విప్లవకారుడు జర్మనీకి చెందిన ఆల్బర్ట్ ఐన్‌స్టైన్. ఇతను ప్రతిపాదించిన సాపేక్ష సిద్ధాంతాన్నిబట్టి విశ్వ స్వరూపం సమూలంగా మారిపోయింది. ఈ సిద్ధాంతంలో అంతవరకూ వేర్వేరు తత్వాలుగా భావింపబడ్డ కాలం (Time), స్థలం (Space) అనే రాశులు ఒకదానితో ఒకటి గాఢంగా పెనవేసుకుని **స్థలకాలం** (SpaceTime) అనే ఓ నూతన తత్వంగా వెల్లివిరిశాయి. ఆ సిద్ధాంతం వల్ల గురుత్వానికి కూడా ఓ కొత్త వివరణ దొరికింది. మనం గురుత్వం అనుకునేది స్థలకాలంలో వంపు వల్ల ఏర్పడే ఒక ప్రభావమేనని తెలిసింది.

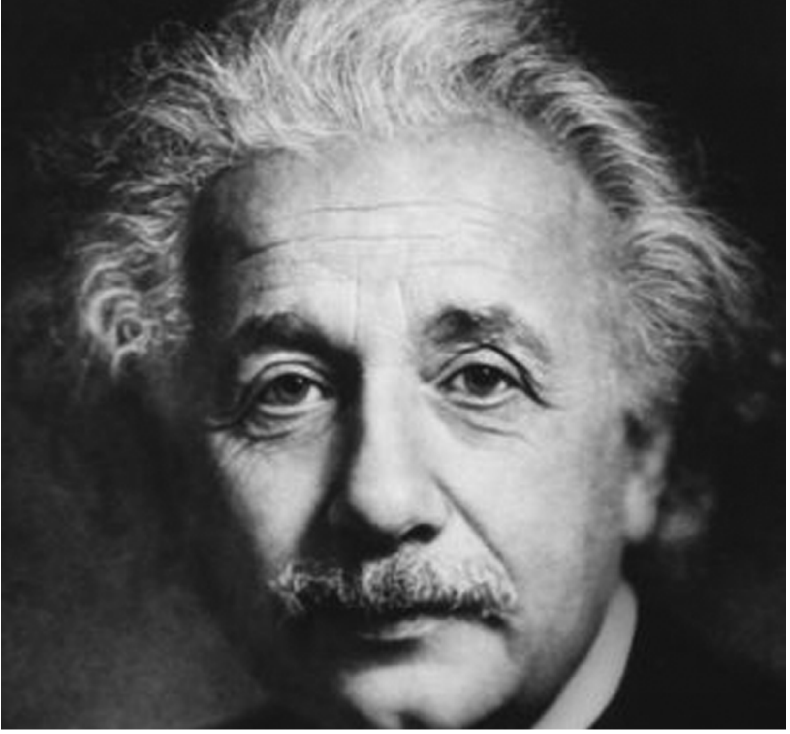
సాపేక్ష సిద్ధాంతం పూర్తిగా నూతనమైన విశ్వ దర్శనాన్ని ఇచ్చింది. విశ్వం

అనంతమా, కాదా అనే ప్రశ్న గురించి ఖగోళశాస్త్ర చరిత్రలో ఎంతోకాలంగా తెగని వివాదం ఒకటి ఉంది. విశ్వం యొక్క పరిమాణం మితం అనుకున్నా, అమితం అనుకున్నా రెండు నమ్మకాల వల్ల ఎన్నో తెగని సమస్యలు ఎదురయ్యేవి. ఈ సమస్యకు సాపేక్ష సిద్ధాంతం ఓ చిత్రమైన సమాధానం చెబుతుంది. విశ్వం పరిమితమేకాని దానికి హద్దులు లేవంటుంది. ఒక బంతి ఉపరితలం మీద కదిలే చీమకు ఆ బంతి మీద సరిహద్దులు లేనట్టే ఉంటాయి. కాని బయట నుండి చూసేవారికి బంతి యొక్క పరిమాణం మితమేనని తెలుస్తుంది.

అయితే విశ్వం యొక్క పరిమాణం స్థిరంగా ఉందా, మార్పుకి లోనవుతోందా అనే విషయం మీద కొంత వివాదం ఉండేది. ఐన్‌స్టైన్ సిద్ధాంతంలోని గణిత సమీకరణాల ప్రకారం విశ్వం యొక్క పరిమాణం పెరుగుతూనైనా ఉండాలి లేదా తరుగుతూనైనా ఉండాలి. స్థిరంగా ఎదుగూబొదుగూ లేకుండా ఉండే ప్రసక్తే లేదు. కాని అపరిమితంగా వ్యాకోచించే విశ్వం అనే భావన ఐన్‌స్టైన్‌కు మొదట్లో రుచించేది కాదు. కనుక తన సిద్ధాంతాన్ని కొద్దిగా సవరించి స్థిరంగా ఉండే విశ్వ నమూనా (Static Universe)ని రూపొందించాడు. కాని తదనంతరం **ఎడ్విన్ హబుల్** అనే ఖగోళశాస్త్రవేత్త చేసిన పరిశీలనలనుబట్టి విశ్వం అపరిమితంగా వ్యాకోచిస్తోందని తెలిసింది. కనుక ఐన్‌స్టైన్ సిద్ధాంతం యొక్క మూల రూపమే సరైనదని తెలిసింది.

ఆ విధంగా విశ్వానికి కేంద్రం భూమి అనుకునే ప్రాచీనుల కాలం నుండి వర్తమాన కాలంలో మనకున్న విశ్వ దర్శనం అపారంగా పరిణతి చెందింది. విశ్వంలో భూమికి ప్రత్యేకమైన స్థానంలేదని తెలిసింది. సూర్యుడి చుట్టూ తిరిగే ఎన్నో గ్రహాల్లో భూమి కూడా ఒకటి. సూర్యుడికి కూడా ప్రత్యేకమైన స్థానమేమీలేదు. సుమారు 300 బిలియన్ల (1 బిలియన్ = 1,000,000,000) తారలు గల **'పాలపుంత'** (Milkyway) గెలాక్సీలో సూర్యుడు ఒక సర్వ సామాన్య తార. ఆ పాలపుంతలో కూడా సూర్యుడు కేంద్రంలో లేడు. కేంద్రానికి, అంచుకీ మధ్యస్థంగా ఉన్నాడు. అలాగే పాలపుంత గెలాక్సీకి కూడా అంత ప్రత్యేకత ఏమీ లేదు. రెండు వందల బిలియన్లకుపైగా గెలాక్సీలు గల విశాల విశ్వంలో మనం ఉండే ఈ పాలపుంత గెలాక్సీ ఓ సామాన్య గెలాక్సీ. ఇన్ని గెలాక్సీలు గల ఈ బృహత్తర విశ్వం యొక్క వ్యాసం 91 బిలియన్ల కాంతి సంవత్సరాలు అని ఆధునిక అంచనా. దాని ఆయుర్దాయం 13.7 బిలియన్ల సంవత్సరాలు.

అంత సుదీర్ఘమైన ఆయుర్దాయం గల విశ్వంతో పోలిస్తే మానవ జాతి వయస్సు



అత్యల్పం. రెండు కాళ్ల మీద నడుస్తూ అగ్ని వాడకం, పనిముట్ల వాడకం మొదలైనవి తెలిసిన మానవ ఆకారం పుట్టి రెండు మిలియన్ సంవత్సరాలు కూడా కాలేదు. ఇక ఆఫ్రికాలో ఆధునిక మానవుడు పుట్టి లక్ష సంవత్సరాలు కూడా కాలేదు. మనకు తెలిసిన ఖగోళశాస్త్ర చరిత్ర గత ఐదు వేల యేళ్లకు మించిపోదు. అంత విశాలమైన, అద్భుతమైన విశ్వం గురించి మనం ఇంత తక్కువ సమయంలో ఇంత ఆత్రుతగా నేర్చుకోగలిగామంటే విశేషమే. మరి ఆధునిక, నాగరిక మానవుడి భవిష్యత్తు ఎంత దీర్ఘమైందో చెప్పలేం. గతంకన్నా భవిష్యత్తు బారైనది కావాలని ఆశించడం సహజం. మన యెదుట ఉన్న సుదీర్ఘమైన మానవ భవితవ్యంలో ఈ అద్భుత విశ్వం గురించి ఇంకెన్ని విషయాలు నేర్వనున్నామో? ఈ ఇరుకైన పుడమి లోగిలిని వదలి ఇంకెన్ని లోకాలు చుట్టిరానున్నామో?

**సమాప్తం**